

## 인휠 모터 NVH 성능 및 중량 개선을 위한 로터하우징 구조 최적화 연구

최진솔\*<sup>1)</sup>, 정의일<sup>1)</sup>, 고경진<sup>1)</sup>

현대모비스<sup>1)</sup>

### A Study on the Optimization of Rotor Housing Structure For In-Wheel Motor NVH Performance and Weight Improvement

Jinsol Chol\*<sup>1)</sup> · Uiil Jeong<sup>1)</sup> · Kyoungjin Ko<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Hyundai Mobis, 37, Cheoldobangmulgwan-ro, Uiwang-si, Gyeonggi-do, Republic of Korea

**Key words :** In-Wheel Motor(인휠모터), Housing(하우징), NVH(소음진동), Structural Optimization(구조 최적화)

최근 전동화 차량 업계 동향은 전비 향상을 위해서 경량화 및 구조 최적화에 대한 많은 노력을 기울이고 있다. 그 중에서 인휠 모터 시스템은 기존의 전기자동차와 다르게 휠 내부에 구동 모터를 개별로 장착하는 시스템이다. 이는 실내 공간 확보에 매우 유리하며, 전비 및 주행 성능을 향상시키는 차세대 구동시스템으로 평가받고 있다. 또한 기존의 차량에서 불가한 크랩 주행, 탱크 턴 등의 특별 주행 모드를 구현하기 위해 필수적으로 요구되는 구동 시스템이다. 기존 자동차의 전통적인 기계식 샤시 구조 시스템과 달리, 휠 타이어에 직접 체결되므로 동력 성능 및 기계 손실 측면에서 유리한 점이 있다. 하지만 차량 내부가 아닌 외부에 구동계가 노출되어 있기에 소음 방사 측면에서 비교적 취약하고, 각 휠마다 동력원인 구동 모터 시스템이 위치하기에 현가상질량(Sprung Mass) 대비 현가하질량(Unsprung mass) 증가로 승차감 성능에서 불리하다.

이를 개선하고자, 본 연구에서는 인휠 모터의 NVH 성능 향상과 중량 저감을 위한 구조 최적화에 대한 연구를 진행하였다. 강도/강성 확보를 중점으로 필요 하중에 대한 보강만을 목표로 설계했던 초도 모델을 MBD(다물체 동역학) 기반 해석 SW를 활용하여 단품 진동 모드, Assy 진동 모드 해석 및 ERP 음장 해석을 진행하여 Reference Data 로 선정하였다.

1st 스텝으로 NVH 성능 향상을 위해, FAT 모델을 기준으로 로터하우징의 주요 진동 모드인 A차 성분의 공진 회피를 목적으로 A차 성분을 야기하는 주요 모드 형상을 파악하였고, 특정 주파수 대역에서의 모드 형상을 회피하도록 형상 수정을 진행하였다. 그 결과 로터하우징의 Wall 부의 R강성 취약이 NVH 개선 주요 인자인 것을 파악하였고, 앞서 서술한 기법에 대한 iteration을 통해서 Raidal 방향 B와 C 대역의 2차와 3차 모드에서의 Radial 모드 개선을 초기 모델 대비 각각 11%, 14% 이루었다. 2nd 스텝으로 중량 저감을 위해, FAT 모델 기준 최대 강성 확보 조건에서 B와 C 대역의 2차와 3차 모드 주파수 대역을 제한하여 단품 형상 위상 최적화 기법을 수행하였다. 그 결과, 강성을 유사 수준으로 유지하고 약 15%의 중량을 저감하였다.

최종적으로 개선된 구조의 샘플을 제작했으며, 시험을 통해서 초도품에 비해서 50cm의 근접 소음에 대한 Order 분석 시 메인 차수에서 10dB 이상의 NVH 성능 개선을 확인할 수 있었다.