

e-Shift 구동모듈 감속기의 진동 특성 해석

이 현 주¹⁾ · 고 동 신^{*1)}

고등기술연구원 기계융합시스템센터¹⁾

Vibration Characteristics Analysis of a Reduction Gear in an e-Shift Drive Module

Hyunju Lee¹⁾ · Dong shin Ko^{*1)}

Mechanical Convergence System Center, Institute for Advanced Engineering¹⁾

Key words : e-Shift 모듈 (e-Shift Module), Vibration(진동), 맞물림 주파수 (Gear Mesh Frequency), Natural frequency(고유진동수), Frequency responses(주파수응답)

* 교신저자, E-mail: dsko@iae.re.kr

최근 전기차 및 자율주행차 적용 확대에 따라 기존 기계식 변속 링크를 제거한 전자식 변속 시스템(e-Shift)의 적용이 증가하고 있으며, 이에 따라 모터 및 감속기 기반 진동 액추에이터 구조를 갖는 변속 구동모듈의 동특성은 차량 감성 품질 및 구동 안정성을 좌우하는 중요한 설계 요소로 고려되고 있다. 또한 e-Shift 구동모듈에 적용되는 감속기 기어는 모터 회전에 의해 발생하는 주기가진과 기어 맞물림 과정의 동적 하중이 구조 고유진동 특성과 상호작용할 경우 진동 증폭 및 치차소음 발생의 주요 원인이 될 수 있다. 따라서 설계 초기 단계에서 감속기 기어계의 고유진동 특성과 맞물림 주파수 간 관계 및 진동 응답 특성에 대한 정량적 분석 및 진동발생 가능성 예측이 요구되고 있다.

본 연구에서는 전자식 변속기용 e-Shift 구동모듈 감속기를 대상으로 모달 해석을 수행하여 주요 구조 고유진동수를 도출하고, 기어 맞물림 주파수와와의 상관관계를 분석하였다. 또한 주파수응답 해석을 수행하여 가진 조건에 따른 구조 응답 특성을 평가함으로써 감속기 구조의 진동 전달 특성을 분석하였다.

모달 해석 결과, 1차 585.4 Hz는 축 회전 모드로 나타났으며, 2차 1,007.4 Hz는 기어 맞물림 거동이 포함된 축 밴딩 모드로 확인되었다. 감속기 기어 맞물림 주파수는 29.65 Hz로 산정되었으며, 고유진동수와 충분한 이격이 확보되어 맞물림 주파수에 의한 공진 발생 가능성은 낮은 것으로 확인되었다. 또한 주파수응답 해석 결과 내부기어의 최대 진동 증폭량은 X, Y, Z 방향 각각 8.58 dB, 14.65 dB, 12.64 dB로 나타났으며, 외부기어는 각각 5.81 dB, 10.85 dB, 10.13 dB 수준으로 확인되었다. Y 방향 가진 조건에서 상대적으로 큰 진동 응답 특성이 나타나 감속기 기어계의 구조 방향에 따른 진동 응답 민감도가 존재하는 것으로 분석되었다.

본 연구를 통해 e-Shift 구동모듈 감속기 기어계의 맞물림 주파수와 구조 고유진동 특성 간 관계를 분석하였으며, 방향별 진동 응답 해석을 기반으로 설계 단계의 진동 발생 가능성을 분석하였다. 본 해석 결과는 e-Shift 구동모듈 감속기 기어계의 진동 저감 설계를 위한 해석 기반 설계 자료로 활용 가능할 것으로 판단된다.

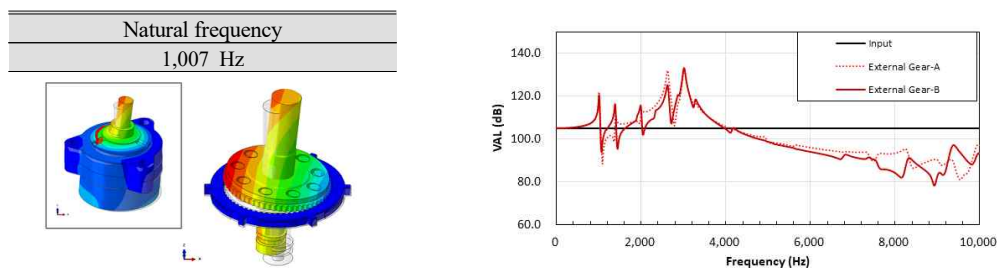


Fig. 1 Natural frequency(1st) & Frequency Response Graph

※ 본 연구는 2023년도 산업통산자원부 및 한국산업기술평가관리원 연구비지원에 의한 연구임(20026356)