

차량용 등속조인트의 확률론적 강도 해석

조 호 선^{*1)}

서한기술연구소¹⁾

Probabilistic Strength Analysis of Constant Velocity Joint for Vehicles

Hosun Cho^{*1)}

Seohan Engineering Research Institute¹⁾

Key words : Constant velocity joint(등속조인트), Deterministic approach(결정론적 접근법), Strength analysis (강도 해석), Probabilistic approach (확률론적 접근법), Uncertainty (불확실성)

* 교신저자, E-mail: hscho@seohan.com

차량용 등속조인트는(Constant velocity joint, CVJ) Fig. 1과 같이 외륜, 내륜, Cage, Ball로 구성되어 있으며, 엔진의 동력을 휠(Wheel)로 전달하는 드라이브샤프트의 휠 측에 위치하여 조향 각도와 관계없이 일정하게 동력을 전달하는 기능을 수행한다. 차량 주행 및 조향에 필수적인 CVJ의 주요 고장 모드는 외륜, 내륜 및 Cage의 파손으로 인한 동력전달 기능 상실 및 저하 등이 있으며, 주로 마모고장 형태로 나타난다. 마모고장 형태의 원인으로는 제품의 부식, 산화, 마멸, 및 피로 등이 있으며, 우수한 재료 사용, 설계 개선등으로 고장 발생 확률을 감소시킬 수 있다. 따라서, 본 연구에서는 제조산포 데이터를 활용하여 CVJ의 확률론적 강도 해석 모델을 구축하고 확률론적 접근법을 통해 CVJ의 강도 분포를 분석해보고자 한다.

확률론적 강도해석 모델을 만들기 위해 불확실성을 갖는 외륜, 내륜, Cage의 주요 설계 인자 및 물성의 제조 데이터 (분산, 평균)를 적용하였으며, 몬테카를로 (Monte-Carlo) 기법을 통해 유한요소모델 샘플을 생성하였다. 유한요소모델 샘플수를 결정하기 위해 강도 해석 결과와 실험 결과의 2표본 t-검정을 활용하였으며, 샘플수가 일정 수준 이상일 때 해석결과와 시험결과가 통계적으로 동일하다는 것을 알 수 있었다. 위와 같은 방법으로 구성된 유한요소모델을 이용하여 확률론적 CVJ의 강도 해석 결과 CVJ의 강도 지수는 (최대 인장 응력/인장 강도)는 $R=99.5\%$ ($CL=90\%$)로 1.00 이상을 만족한다는 것을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 결정론적 강도 해석 대비, 제조 과정에서 발생할 수 있는 변동성을 고려할 수 있어 향후 품질 경영의 척도로 활용할 수 있을 것으로 예상된다.

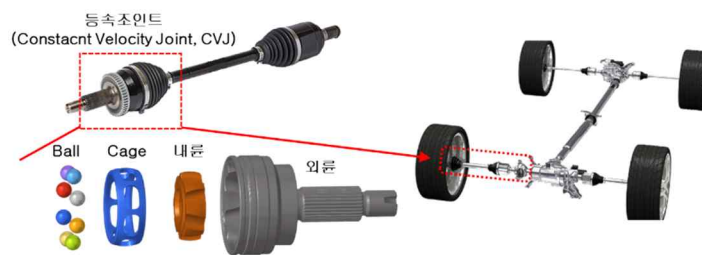


Fig. 1 Components of CVJ and Driveshaft