다물체 모델링을 이용한 2단 유성식 외륜 고정형 Cycloid 감속기의 진동특성분석

Vibration Analysis of Planetary Fixed Outer-Ring Type Cycloidal Speed Reducer by using Multi-body Modeling.

김홍기* · 유홍희†

Hong Ki Kim and Hong Hee Yoo

1. 서 론

정확한 위치제어가 요구되는 산업용 로보트 및 자동화 장치에서는 감속기의 정밀도와 진동특성이 장치의 정확도를 결정하기 때문에 감속기는 기계적 구성요소 중 가장 중요한 부품으로 취급되고 있다. 그러한 정밀도와 정확도를 만족시킬 수 있는 정밀 감속기는 여러 종류가 있으나 그 중 주로 사용하는 것이 내접유성식 감속기인 사이클로이드 감속기이다. 사이클로이드 감속기는 기본적으로 하우징과 내경부위에 장착된 핀으로 구성된 내 기어, 편심운동을 발생시키는 입력부, 편심운동과 회전운동을 하는 사이클로이드 기어 그리고 감속된 회전을 출력하는 출력부로 구성된다. 사이클로이드 감속기의 감속비는 내기어와 사이클로이드 기어의 치수차에 의하여 결정되므로 큰 감속비를 용이하게 얻을 수 있다. 그러나 외기어인 사이클로이드 기어가 편심운동을 하기때문에 진동 및 소음성능이 좋지 못하다.

본 논문에서는 상용 다물체 동역학 해석 프로그램인 Recur Dyn을 이용하여 사이클로이드 감속기를 모델링하고 해석을 수행하여 각 치형에 작용하는 힘과 편심운동에 의한 진동특성을 분석하였다.

2. 사이클로이드 감속기 시스템 구성 및 제원

본 연구에서 다루는 감속기는 1단부는 유성기어를 사용하고 2단부는 사이클로이드 감속기가 사용된 2단 유성식 사이클로이드 감속기이다. 1단감속기의 감속비는 3.7이고 2단 감소기의 감속비는 27로서 총 감속비가 99인 감속기이다. 감속기의 구성은 Fig.1에서 보는 바와 같이 1단부는 유성기어와 링기어, 편심운동을 발생하기 위한 캐리어 및 축하중 지지용 베어링으로 구성되어 있으며 2단부는 고정부인 아우터 기어, 사이클로이드 기어, 핀 쉐프트, 출력부인 아웃풋 쉐프트로 구성이 되어 있다. 본 연구에 사용된 감속기의 제원은 Table1과 같다.

3. 사이클로이드 감속기 모델링

사이클로이드 감속기의 시뮬레이션 모델링은 Recur Dyn을 이용하여 각 부품들을 강체로 구성하였다. 회전하는 부품인 사이클로이드 기어와 베어링, 아웃풋 쉐프트는 모두 회전 조인트를 사용하여 구속 하였고 아우터 기어는 빔요소로 구속하고 핀 쉐프트는 아웃풋 쉐프트와 고정하여 한 몸체처럼 움직이도록 구속조건을 부여하였다. 유성기어와 링기어, 이너 기어인 사이클로이드 기어와 아우터 기어는 치접촉을 하면서 회전하기 때문에 치형간 일정한 접촉 강성을 갖는solid contact조건을 부여하였다. 입력은 모터성능 곡선을 이용하여 각 회전속도에 따른 토크를 발생 할 수 있도록 구성하여 해석을 수행하였다.

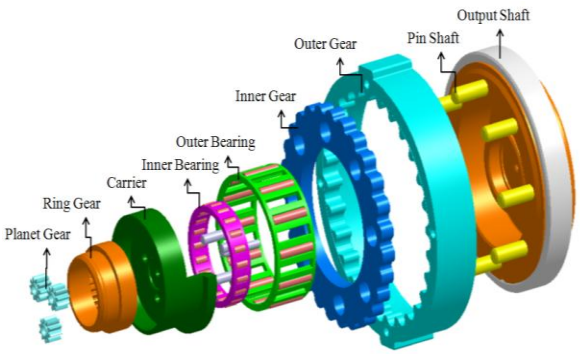

Fig 1 Cycloid Reducer

† 교신저자; 정회원, 한양대학교 기계공학부
E-mail : hhyoo@hanyang.ac.kr
Tel : 02-2220-0446, Fax : 02-2299-8169
* 한양대학교 대학원 기계공학과

Table 1 Design Parameter

Parameter	value
Radius of housing(r_h)	28.5mm
Radius of pin(r_p)	1.5mm
Number of pin(z_p)	28
Number of teeth(z_ω)	27
Radius of small pitch circle(r_1)	18.9mm
Radius of large pitch circle(r_2)	19.6mm
Eccentric value(e)	0.9mm

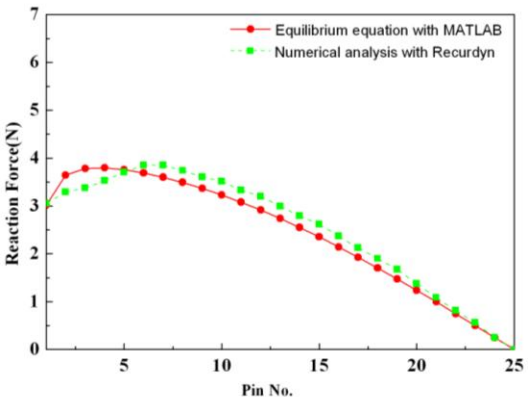

Fig 2 Outer Gear Pin Reaction Force

4. 해 석 결 과

4.1 핀 반력

사이클로이드 감속기의 입력축이 회전하게 되면 사이클로이드 기어의 각 치형과 하우징의 핀사이에는 접촉에 의한 반력이 발생한다. 이를 알아보기 위해 정지된 상태에서의 각 핀에 작용하는 반력을 해석하고 이를 MATLAB을 이용하여 평형방정식에 의해 계산된 결과와 비교해 보면 Fig.2에서 보는 바와 같다.

4.2 하우징 변위

사이클로이드 감속기는 접촉시에 발생하는 각 치형과 핀사이의 반력과 함께 편심 베어링의 회전에 의한 편심 운동으로 인하여 진동이 발생하는데 이를 알아보기 위해 고정부인 아우터 기어를 빔요소로 고정을 하고 입력부를 회전시켜 아우터 기어에서 발생되는 변위를 Fig.3에 나타내었고 주파수분석을 수행하였다.

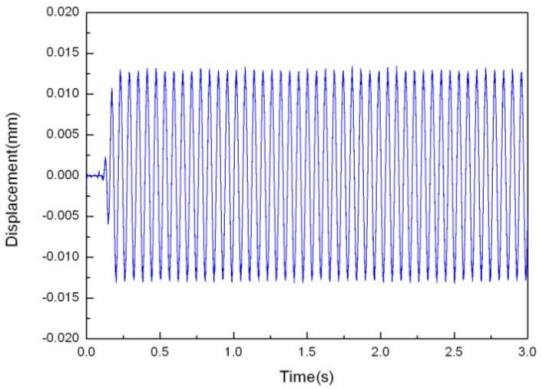

Fig 3 Displacement of Housing

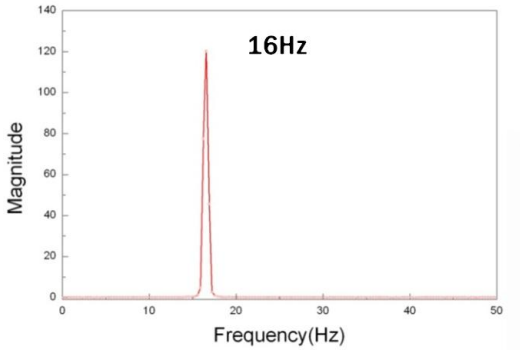

Fig 4 Frequency Response of Housing

5. 결 론

본 연구에서는 상용 다물체 동역학 해석 프로그램인 Recur Dyn으로 사이클로이드 감속기를 다물체 시스템으로 모델링 하고 부하가 작용할 시 각 치형에 걸리는 반력을 구하여 평형 방적식으로 구한 값과 비교해 보았다. 비교 결과 어느 정도 비슷한 결과를 얻을 수 있었으며 반력과 편심운동에 의한 진동의 변화를 알아 볼 수 있었다.

후 기

이 논문은 2012 년도 2단계 두뇌한국 21 사업에 의하여 지원되었음.