한국정밀공학회 2006년도 춘계학술대회논문집 pp. 347~348 KSPE 06S300

고감속비 구현을 위한 유성기어 시스템 개발에 관한 연구

한민식*(동아대 대학원 기계공학과), 김수용(동아대 대학원 기계공학과),
박정우(동아대 대학원 기계공학과), 이승수(동아대 대학원 기계공학과),
김순경(동의과학대학 자동차과), 전언찬(동아대 기계공학과)

The research regarding the epicyclic gear system development for a rate of high-reduction embodiment

M. S. H(Mech. Eng. Dept., DAU), S. Y. Kim, J. W. Park(Mech. Eng. Dept., Dong-A),
S. S. Lee(Automobile. DIT), S. K. Kim(Automobile. DIT), E. C. Jeon(Mech. Eng. Dept., Dong-A)

ABSTRACT

Among various gear system, planetary gear system has the best characteristics in high efficiency, excellent strength capacity, easy convertible speed control, and compact design aspect. Strength of gear is considered as the most important design factor. We have studied tooth form and the planetary gear system that have high reduction gear ratio is created by using the involute curve

Key Words : Gear(기어) Involute curve(인벌류트 커브) Planetary gear(유성기어) reduction gear ratio(감속기)

1. 서론

일반적으로 감속기는 모터의 회전력을 전달받는 선기어에 다수의 유성기어가 치결합되고, 이 유성기어는 인터널 기어와 치결합 되면서 감속된 회전력을 캐리어를 통해 출력하도록 구성되어 있다. 즉, 이러한 유성기어 감속기는 한 쌍의 서로 맞물린 기어에 있어서 3개의 기어가 각각 자전하는 동시에 한쪽 기어가 다른쪽 기어의 축을 중심으로 하여 공전하여 회전수를 감속하며 토크를 크게 한다(1).

그리하여 고감속 및 정밀구동을 위하여 사이클로이드 곡선을 이용한 감속기 치형 및 특성에 관한 연구를 수행하였으며(2), 기어트레인의 시스템을 설계하기 위해서는 최적 구조 및 배치를 결정하기 위한 설계기술(3), 맞물리는 이빨들의 기구학적 해석(4), 진동특성 해석(5), 치면들 사이의 윤활해석(6), 치면과 이뿌리에서의 응력해석(7)(8), 열전달특성 해석 및 이들을 검증하기 위한 실험 수행 등 거의 모든 기계공학 관련 기술이 필요하다.

본 연구에서는 인벌류트 곡선을 이용한 치형을 설계하여 고감속비를 가지는 유성기어 시스템을 구현하였다.

2. 유성기어시스템

감속기의 전체 시스템은 입력축과 출력축으로 구성된다. 입력축에는 동일한 속도로 회전하는 선기어와 가이드 기어가 설치되고, 선기어에는 유성기어들이 맞물려 있으며, 유성기어들은 인터널기어와 맞물려 있다. 가이드 기어에는 제 1 차동기어 및 제 2 차동기어가 맞물려 있다. 이를 Fig. 1에 나타내었다.

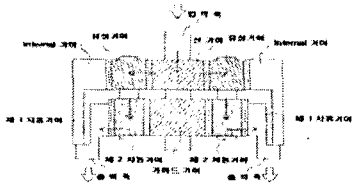

Fig 1 The outline of differential planetary-type reduction gear

외부로부터 동력원을 전달받는 입력축에 선기어가 조립되며, 선기어에는 일정한 간격을 유지하면서 3개의 유성기어가 맞물려 있으며, 이들 유성기어는 내접 기어 형태인 인터널 기어와 맞물려 동력을 전달한다. 그림 3 차동 유성기어 감속기의 구성을 나타내고 있다.

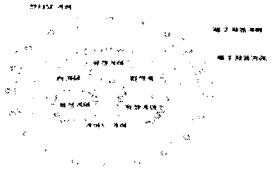

Fig 2 The structure of differential planetary-type reduction gear

3. 치형자동설계 프로그램

스퍼기어 치형, 인벌류트 곡선 및 트로코이드 필렛 곡선의 수학적 알고리즘을 이용하여 3차원 유성기어 모델을 자동생성하는 프로그램을 작성하였다. 이 프로그램은 AutaCAD기반의 프로그램 언어인 VisualLISP을 사용하여 작성하였는데, Fig. 7에 제원을 입력받을 수 있는 대화상자를 나타내었다.

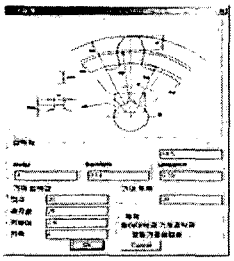

Fig. 3 Dialog box of the planetary gear

4. 감속비

입력축 모듈과 출력축 모듈은 서로 다르게 형성되데, 서로 맞물려 있는 선기어와 유성기어 및 인터널 기어는 M4로 각기 형성되면, 출력축에 설치된 가이드 기어와 이와 함께 맞물려 회전하는 제 2 차동기어 및 제 1 차동기어는 M5의 모듈로 각기 형성된다. 위와 같이 유성기어 감속기의 입력축과 출력축의 모듈을 서로 다르게 구성하고 각 기어들의 잇수를 다르게 형성함과 아울러 상기 출력축에 가이드 기어를 설치함으로써 종래의 감속기에 설치된 캐리어를 제거할 수 있고, 특히 기어들의 이가 마모되어도 항상 자기자리를 찾아 서로 정확하게 맞물려 회전할 수 있도록 하였다. 부가적으로 앞서 언급한 각 기어들의 잇수와 모듈에 따른 차동 유성기어의 감속비 이론식으로 계산하여 표 1 나타내었다.

Table. 1 The theoretical reduction of the differential planetary-type gear according to gear teeth and module

Case 1			Case 2			Case 3		
기어	잇수	모듈	기어	잇수	모듈	기어	잇수	모듈
선기어	11	M4	선기어	11	M4	선기어	11	M4
유성기어	16		유성기어	16		유성기어	16	
인터널기어	43		인터널기어	43		인터널기어	43	
제 1 차동기어	39	M5	제 1 차동기어	35	M5	제 1 차동기어	33	M5
제 2 차동기어	14		제 2 차동기어	13		제 2 차동기어	12	
감속비 : 1/139.239669			감속비 : 1/2749.090909			감속비 : 1/216.000000		

5. 유성기어

본 연구를 통하여 이론적으로 얻어진 감속비를 실제로 구현하는 고감속의 유성기어를 개발하였다. 이름 Fig. 4에 나타내었다.

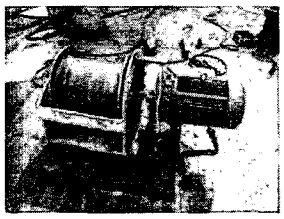

Fig. 4 The developed planetary gear

6. 결론

1. ADS를 이용하여 유성기어자동설계프로그램을 개발하였다.
2. case 2를 이용하여 1/2000이상의 고감속비를 가지는 유성기어 시스템을 개발하였다.
3. 치형설계를 위한 자동설계프로그램을 이용하여 고감속비를 가지는 유성기어시스템을 개발하였다.

후기

본 연구는 산업자원부 지방기술혁신사업(RTI 04-01-03) 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. 김장우, " 정밀구동용 사이클로이드 감속기의 치형 및 특성에 관한 연구," 중앙대학교, pp. 16-29. 2000
2. 윤종학, 신영재, "토크 컨버터와 복합 유성기어로 구성된 무단변속기의 성능해석", 자동차공학회, 추계학술대회, pp. ,1997
3. Kim, J U and Kwak, B M, "Application of Edge Permutation Group to Structural Synthesis of Epicyclic Gear Trains," Mech mach theory, Vol 25, No5 ,pp 503~574, 1990
4. Hus, C H and Lam, K T,"Automatic Analysis of Kinematic Structure of Planetary Gear Trains," ASME J of mechanical Design, Vol.115, pp 631~638., 1993
5. Kahraman, A,"Planetary Gear Tram Dynamic,"ASME J of mechanial Design, Vol 116, pp 713~720., 1994
6. Pennestn, E and Freudenstern, Freudenstrm, F,"The Mechanical Effciency of Epicyche Gear Trains," ASME J of mechanical Design, Vol 115, pp 645~651., 1993
7. Merzejewski, W and Szopa, T,"Loads of Planet Wheels in planetary Gears,"ASME J of mechanical Design, Vol 115, pp 1019~1023., 1993
8. Hidaka, T and Terauchi, Y, "Dynamic Behavior of Planetary Gear (1st Report),"Bulletrn of JSME, Vol 19, No 132, pp 690~698., 1976