

# 외경 90mm급 로봇용 유성감속기 개발에 관한 연구

## An investigation on development of the diameter 90mm planetary gearhead for robot

\*김주한<sup>1</sup>, 류세현<sup>2</sup>, 서정무<sup>3</sup>, 정인성<sup>4</sup>

\*#J. H. Kim<sup>1</sup>(kimjh@kefi.re.kr), S. H. Rhyu<sup>2</sup>, J. M. Seo<sup>3</sup>, I. S. Jung

전자부품연구원 지능메카트로닉스 연구센터

Key words : Gear heads, Planetary, robot, Tooth simulation, Strength, Mesh stiffness

### 1. 서론

현재 다품종 소량 생산 구조를 가지는 지능형 서비스 로봇 시스템 개발을 위해서 로봇 핵심 부품의 모듈화를 통한 개발 용이성 확보와 개발기간 단축, 핵심 부품의 고 신뢰성 확보를 통한 저가격화의 구현을 목적으로 로봇 구동 핵심모듈의 수요가 이루어지고 있다. 또 로봇 구동모듈의 수요에 대응하면서 시장창출을 이루기 위해서는 다관절 로봇에 신속하게 적용하기 위한 다관절 액추에이터의 기능적 복잡화와 관절레벨에서의 신뢰성 확보가 이루어져야 하며, 로봇 시장에 직접 적용이 가능할 수 있는 액추에이터의 개발이 필수적이다. 로봇을 구성하는 다자유도 관절의 직접제어의 용이성 확보를 위하여 다자유도 동작 메커니즘을 가지며, 드라이버 및 제어기, 감속기, 센서처리모듈, 통신모듈을 일체화하여 통합한 Smart Joint Actuator가 개발됨으로써 다자유도의 동작 공간을 가지는 관절 동작을 위하여, 추가적 메커니즘 설계 및 복수개의 Actuator의 개별제어 없이 로봇 관절 동작의 구현 유연성이 높아진다.



Fig.1 The actuator for robot (Gearhead+Motor+Driver)

이번 본 논문에서는 로봇 구동을 위한 액추에이터중에 유성감속기 개발에 관한 것으로서, 유성 감속기의 기어 제원설계, 강도설계 및 메쉬 강성 시뮬레이션을 수행 하였고, 유성 감속기의 구조 설계 및 제작을 수행 하였다.

### 2. 유성 감속기 기어 설계

본 논문에서는 유성감속기(Planetary gearhead)의 사양을 다음과 같이 정해서 설계 제작 하였다.

SPEC: .DIM: 외경 90mm\*길이 64mm (1단)

. 감속비: 1/10 1 Stage

. 입력 속도: 3,000 rpm . Gear 모듈: m=0.7

Fig 2는 유성감속기 기어 설계 과정을 나타낸 그림이다.

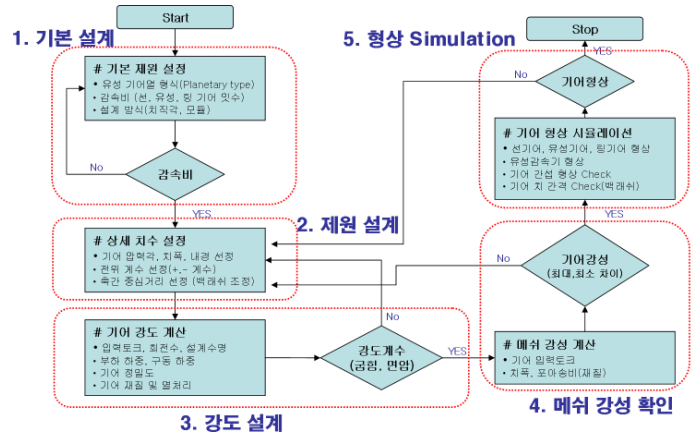


Fig.2 Gear Design Flowchart

보시는 그림과 같이 먼저 기어 제원에 대한 기본 설계를 하고, 기어 강도에 대한 설계, 진동 소음과 관련 있는 메쉬 강성 설계를 한 다음, 최종적으로 기어 형상에 대한 시뮬레이션을 수행 하였다.

#### 2.1 기어 제원 설계

유성감속기는 몇 가지의 기하학적 조건을 만족해야만 원활한 감속기 기능을 수행할 수 있다. 아래와 같은 기하학적 조건을 만족 하여야 한다.

- 대칭적 조립을 위한 조건
- 기어 치사이의 간섭을 피하기 위한 조건
- 물림률에 관한 조건
- 유성기어의 최대 개수 결정

위와 같은 감속기의 기하학적 조건들을 만족 시켜 기어제원 설계를 하였다. Fig 3은 기어 제원 설계 결과이다.

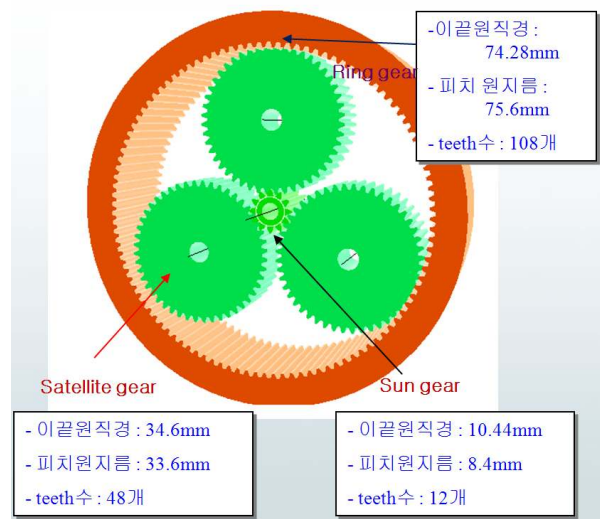


Fig.3 Gear specs dimension

### 2.2 기어 면압 강도 및 메쉬 강성 설계

면압 강도식의 목적은 설계 수명시간 내에는 현저한 피팅이 발생하지 않는 하중을 결정하기 위한 것이다. 그리고 치 강성은 구동기어와 중동기어의 회전에 의해 접촉하는 미소 요소의 강성 값을 말하며, 이때 접촉하는 미소요소 부분을 기어 메쉬 라하고 이 메쉬를 작용선 방향으로 배열된 비선형 스프링으로 간주하여 그 강성을 계산한 값을 기어 메쉬 강성이라 한다. 기어 메쉬 강성 주기는 한쌍의 기어치 쌍이 맞물리기 시작하는 순간부터 다음번 기어치 쌍이 맞물리기 시작하는 순간까지의 시간으로 치쌍 메쉬 강성 주기는 한 쌍의 기어치 쌍이 맞물리기 시작하여 맞물림이 떨어지는 순간 까지의 시간이다. 기어가 회전하기 때문에 기어 메쉬 강성이 일정하지 않고 연속적으로 변화하며, 이러한 비선형성으로 인해 기어가 가진되어 기어열의 진동을 일으키게 된다.

여기서 연구된 것은 유성기어 치폭변화에 따른 강도 설계 및 메쉬 강성 해석을 수행하였다.

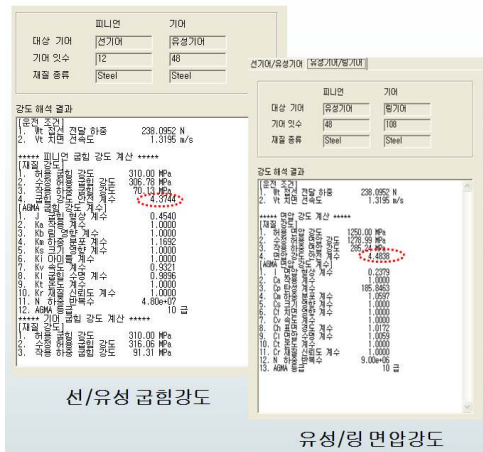
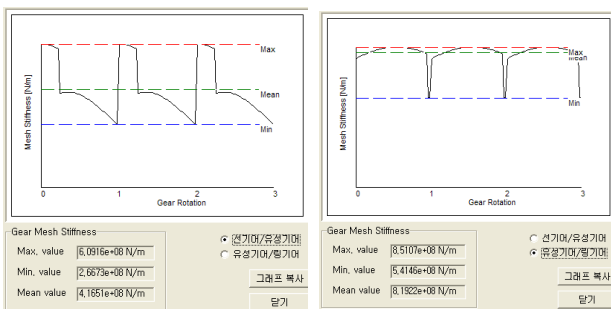


Fig. 4 Gear contact stress result/ Gear bending stress results (치폭: 선기어(15mm), 유성(13mm), 링기어(25mm))



(a) 선&유성기어 (b)유성&링기어

Fig. 5 Gear mesh stiffness graph

일반적으로 유성기어 치폭이 증가 할수록, 면압 강도 안전계수 및 강성 최대/최소 차이값이 커진다. 면압 강도 안전계수는 클수록 기어 강도 측면에서는 우수하고, 강성 최대/최소 차이값이 작을수록 진동 및 소음 특성에 우수하다.

### 3. 유성감속기 구조 설계 및 제작

유성 감속기 구조는 Fig 6에서 보듯이 1단 구조로 이루어져

있으며, 3개의 유성기어가 하중을 분담하고 있다. 링기어를 감속기의 몸체를 사용하여 일체형으로 하였으며, 2개의 베어링을 커버 양단에 두어 원활한 회전이 가능하게 하였다. 그리고 입력축 연결방식은 길이방향 크기를 최소화 하기 위하여, 커플링 방식이 아닌 직결 입력축 연결 방식을 사용 하였다

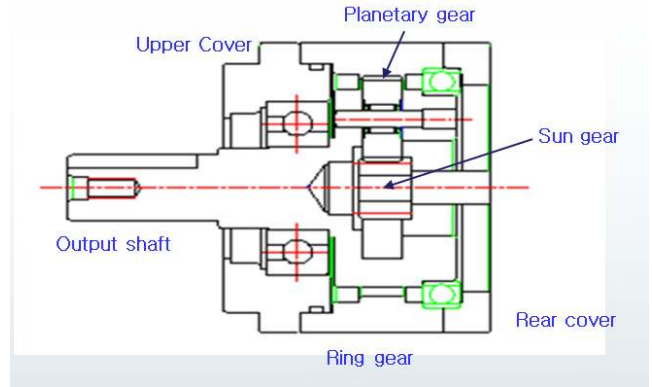


Fig. 6 Structure of Planetary Gear heads



Fig. 7 Planetary Gear heads part product

### 4. 결론

본 논문에서는 로봇을 위한 유성감속기 개발에 관한 것으로서, 다음과 같은 결과를 얻었다.

- (1) 유성 감속기의 기어 제원설계, 강도설계 및 메쉬 강성 시뮬레이션을 수행 하였다.
- (2) 유성 감속기의 구조 설계 및 제작을 수행 하였다.

### 참고문헌

- (1) Darle w. Dudley, 1984, "Handbook of Practical Gear Design", Chapter 8
- (2) Robert G. Parker, 2001, "Modeling, Modal Properties, and Mesh Stiffness Variation Instabilities of Planetary Gears", NASA
- (3) O. K. Kelley, 1991, "Design of Planetary Gear Trains", 3.1
- (4) A. J. Lemanski, 1990, "Gear Design", SAE, Chapter 3
- (5) Alec Stokes, 1992, "Gear Handbook", SAE, Chapter 2-3
- (6) Merritt.H.E 1947 "Gear trains" pitman&sons
- (7) Macmillan.R.H 1961 "Power flow and loss in Diffrential Mechanism", mechanical engineering science. vol 3