

# 듀얼 트로코이드 치형 기반 유성기어 시스템 설계 Design of Planetary Gear System based on Dual Trochoid Gear Profile

\*남형철<sup>1</sup>, 김창현<sup>1</sup>, 윤평화<sup>2</sup>, 권순만<sup>3</sup>

\*H. C. Nam<sup>1</sup>, C. H. Kim<sup>1</sup>, P. H. Yun<sup>2</sup>, #S. M. Kwon(smkwon@changwon.ac.kr)<sup>3</sup>

<sup>1</sup>창원대학교 대학원 기계공학부, <sup>2</sup>(주)클라크, <sup>3</sup>창원대학교 기계공학부

Key words : Trochoid gear profile, Planetary gear system, Dual trochoid gear pair

## 1. 서론

유성기어 시스템<sup>(1)</sup>은 동심의 선기어(sun gear)와 링기어(ring gear)사이에서 편심된 캐리어(carrier)에 의해 공전하는 유성기어(planetary gear)로 구성되며, 동일 체적의 기어 감속기와 비교하여 동력전달효율이 높고, 소형화 및 경량화가 가능한 장점을 가지고 있으며 다수의 유성기어를 통해 내마멸성 향상을 기대할 수 있다. 이러한 유성기어의 치형은 거의 대부분 인벌루트(involute) 치형을 채용하고 있다. 인벌루트 치형은 가공이나 제작이 쉬운 장점이 있으나 치면에서의 미끄럼 또는 마찰 운동에 의해 마찰 손실이 크며, 백래쉬(backlash)에 의해 소음이나 진동이 발생하고 이는 기어의 내구성 및 효율을 감소시킬 수 있다. 이에 본 연구에서는 유성기어 시스템의 기어들을 트로코이드(trochoid) 치형<sup>(2)</sup>으로 대체하여 치면에서 발생하는 마찰 손실을 줄이고 백래쉬를 최소화하여 유성기어 시스템의 효율 및 내구성을 향상 시키고자 하였다.

## 2. 듀얼 트로코이드 기어 시스템

유성기어 시스템은 선기어와 유성기어로 구성된 외접(external) 기어 시스템과 유성기어와 링기어(external)로 구성된 내접(internal) 기어 시스템으로 구성되며, 이를 듀얼 트로코이드 치형<sup>(3)</sup>을 이용한 기어 시스템으로 구축하고자 한다. 먼저 외접형 기어 시스템의 경우, Fig. 1과 같이 에피 트로코이드(epitrochoid) 곡선과 하이포 트로코이드(hypotrochoid) 곡선을 이용하여 EH 또는 HE 치합 기어 시스템을 구축할 수 있다. 그리고 Fig. 2의 내접 기어 시스템의 경우, 서로 같은 곡선을 기반으로 설계할 수 있으며, 이는 각각 에피 트로코이드 곡선 기반의 EE 기어 시스템 또는 하이포 트로코이드 곡선 기반의 HH 기어 시스템으로 구축 가능하다.

이상의 듀얼 트로코이드 기반의 내외접 기어 시스템을 이용하여 본 연구에서 추구하는 유성기어 시스템을 구현할 수 있다.

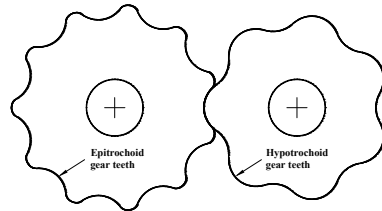
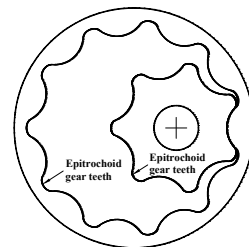
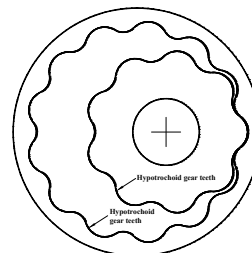


Fig. 1 External trochoid gear system (EH or HE pair)



(a) EE gear pair



(b) HH gear pair

Fig. 2 Internal trochoid gear system

### 3. 유성기어 시스템

트로코이드 치형 기반의 유성기어 시스템은 선기어 치형의 종류에 의해 두 가지의 시스템으로 분류할 수 있다. 먼저 Table 1의 타입 1과 같이 선기어의 치형이 에피 트로코이드 치형인 경우, Fig. 1의 EH 시스템을 이용하여 유성기어를 하이포 트로코이드 치형 기반의 기어를 사용하고, Fig. 2(b)의 HH 시스템을 통해 링기어를 하이포 트로코이드 치형으로 구성하면 듀얼 트로코이드 치형 기반의 유성기어 시스템을 설계할 수 있다. 마찬가지로 타입 2는 선기어가 하이포 트로코이드 치형인 HE 기어쌍과 Fig. 2(a) EE 기어 시스템을 이용하여 구현할 수 있다.

Table 1 Classification of planetary gear system based on dual trochoid gear teeth

|                | Type 1 | Type 2 |
|----------------|--------|--------|
| Sun gear       | Epi    | Hypo   |
| Planetary gear | Hypo   | Epi    |
| Ring gear      | Hypo   | Epi    |

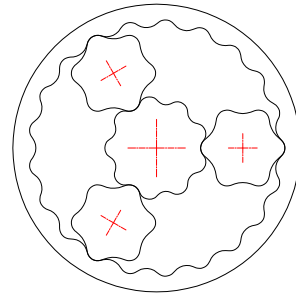
Table 2 Design parameters for examples

|                       | No. of gear teeth |        |
|-----------------------|-------------------|--------|
|                       | Type 1            | Type 2 |
| Sun gear              | 21                | 20     |
| Planetary gear        | 6                 | 6      |
| No. of planetary gear | 3                 | 4      |
| Ring gear             | 9                 | 8      |

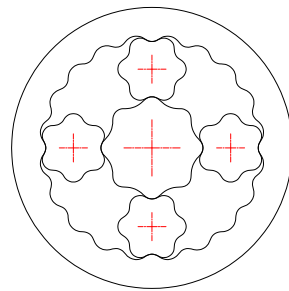
전술한 설계방법을 이용하여 Table 2의 설계제원을 통해 듀얼 트로코이드 치형을 이용한 유성기어 시스템의 예를 Fig. 3에 제시하였다. 일반적인 유성기어 시스템의 설계방법을 기반으로 선기어의 치형에 따른 각각의 유성기어 시스템을 구현하였으며, 일반적으로 많이 사용되는 3 또는 4개의 유성기어를 적용하여 설계하였다. Fig. 3과 같이 엄밀 트로코이드 치형을 이용한 듀얼 트로코이드 기어 시스템을 통해 유성기어 시스템을 설계할 수 있으며 이는 기존 시스템 대비 내구성 향상을 기대할 수 있다.

### 4. 결론

본 연구에서는 듀얼 트로코이드 치형 기반의



(a) Type 1



(b) Type 2

Fig. 3 Design examples of planetary gear system

유성기어 시스템을 설계하였다. 트로코이드 치형은 인벌루트 치형 대비 미끄럼률을 줄이고 구름운동을 극대화 하여 유성기어 시스템의 내구성 향상에 기여할 수 있다.

### 후기

이 논문은 지식경제부 지역산업기술개발사업의 지원을 받아 이루어 졌으며, 이에 관계자 여러분께 감사를 드립니다.

### 참고문헌

1. Norton, R. L., Kinematics and Dynamics of Machinery, First edition in SI unit, McGraw-Hill, 2009.
2. Litvin, F. L., Gear geometry and applied theory. PTR Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1994.
3. Yun, P.H., "A Study on Shape Design and Implementation for Conjugate Dual Cycloid Drive," Master thesis, Changwon National University, Republic of Korea, 2011.