

2치수차 사이클로이드 감속기의 형상설계에 관한 연구

신중호, 권순만(창원대 기계설계공학과),
김봉주, 김종찬, 김무성*(창원대 대학원 기계설계공학과)

A Study on Epitrochoidal Tooth Profile in A Two Teeth Difference Cycloidal Reducer

J. H. Shin, S. M. Kwon(Mech.Design & Manuf. Eng. Dept., CWNU)
B. J. Kim, J. C. Kim, M. S. Kim(Mech. Design & Manuf. Eng. Dept., CWNU),

ABSTRACT

The cycloidal reducer is one of the velocity controlling equipments in machinery. It has advantages of the higher reduction ratio, the higher accuracy, the easier adjustment of the transmission ratio and the smaller workspace than any other kinds of the reducers. This paper proposes a simple and exact approach for the lobe profile design of the two teeth difference cycloidal plate gear, which is different from the standard cycloidal reducer, by means of the principle of the instant velocity center in the general contact mechanism and the homogeneous coordinate transformation.

Key Words : Cycloidal curve(사이클로이드 곡선), Cycloidal reducer(사이클로이드 감속기), Shape design(형상설계), Two teeth difference cycloid(2치수차 사이클로이드), Instant velocity center Method(순간속도 중심법)

1. 서론

사이클로이드 감속기의 접촉운동부는 편심된 내륜 기어부(판기어)와 원형의 외륜기어부(롤러기어)로 구성된다. 이때 판기어의 형상은 원형의 롤러기어와 서로 맞물리는 치형으로 구성되므로 일반적인 기어(Gear)치형과는 다른 독특한 형태를 가진다. 그리고 2치수차 사이클로이드 감속기는 Fig.1에서와 같이 판기어의 일부만 롤러기어에 접하는 것을 볼 수 있다. 본 논문에서는 2치수차 사이클로이드 감속기에 대해 순간속도 중심과 좌표변환 및 기구학적 관계를 이용하여 형상설계법을 제안하고자 한다.

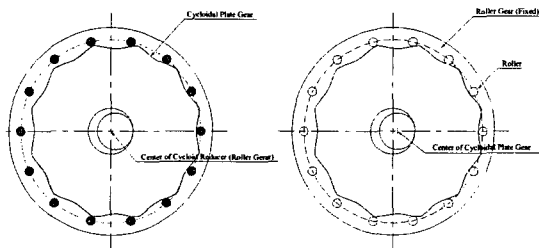


Fig.1 Shape of Two Teeth Difference Cycloid Reducer

2. 순간속도 중심법에 의한 설계변수 결정

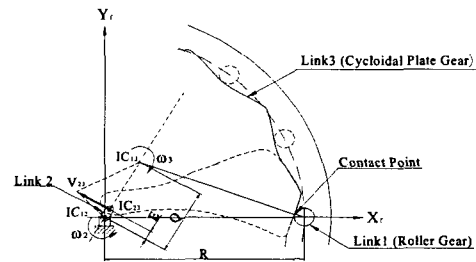


Fig.2 Geometry of Two Teeth Difference Cycloidal Reducer

사이클로이드 감속기 중심에서 롤러기어 중심까지 거리를 R, 감속기 중심에서 IC_{13} 까지 거리를 Q, 감속기 중심에서 판기어 중심까지의 거리 E로 정의하고 Fig.2에 표시하였다. Link2가 시계반대 방향(CCW)으로 회전한다면 IC_{23} 에서는 V_{23} 의 속도를 가진다. IC_{13} 과 IC_{12} 에서의 V_{23} 의 속도를 w_2, w_3 로 나타내면 다음과 같다.

$$|V_{IC_{23}}| = r_{IC_{12}IC_{23}} |w_2| = r_{IC_{13}IC_{23}} |w_3| \quad (1)$$

식(1)은 다음과 같이 정리되며 Link1과 Link2의 회전방향이 반대이므로 음의 값을 가진다.

$$\frac{w_3}{w_2} = \frac{r_{IC_{12}} r_{IC_{23}}}{r_{IC_{13}} r_{IC_{23}}} = \frac{E}{E-Q} \quad (2)$$

본 연구에서 제시된 감속기의 속도비는 식(3)과 같다. 따라서 식(2)와 식(3)을 정리하면 설계변수 Q의 값은 식(4)으로 정리된다.

$$\frac{w_3}{w_2} = \frac{2}{2-N} \quad (3)$$

$$Q = \frac{EN}{2} \quad (4)$$

3. 사이클로이드 판기어의 형상설계

사이클로이드 감속기의 중심에 위치한 고정좌표계에서 정의된 임의의 접촉점에서 판기어 형상을 생성하기 위해서는 좌표변환이 요구된다. 고정좌표계에 대한 입력축의 회전(ϕ_2)에 따른 12-좌표계를 점 IC_{12} 에서 설정하고, 판기어의 회전(ϕ_3)에 대한 23-좌표계를 점 IC_{13} 에 설정한다. 각각의 순간속도 중심에서 좌표계를 나타내면 다음 Fig. 3과 같다.

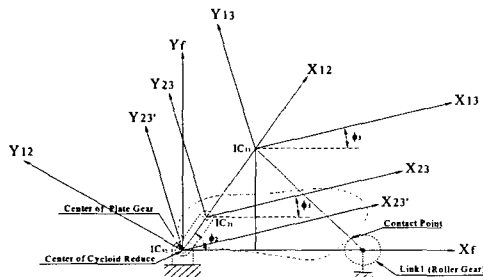


Fig. 3 Coordinate Systems of Two Teeth Difference Cycloid Reducer

$$C^{23} = M_{(23)(f)} C^f \quad (5)$$

접촉점의 좌표는 Fig.4의 회전변환을 통하여 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$C_x^{23} = R \cos\left(\frac{2\phi}{2-N}\right) - R_1 \cos\left(\frac{2\phi}{2-N} + \psi\right) - E \cos\left(\frac{N\phi}{2-N}\right) \quad (6a)$$

$$C_y^{23} = R \sin\left(\frac{2\phi}{2-N}\right) + R_1 \cos\left(\frac{2\phi}{2-N} + \psi\right) - E \sin\left(\frac{N\phi}{2-N}\right) \quad (6b)$$

여기서

$$\phi_3 = \frac{2}{2-N} \phi_2 \quad (7)$$

$$\phi = \phi_2 \quad (8)$$

$$\psi = \tan^{-1} \left(\frac{\left(\frac{EN}{2}\right) \sin \phi}{R - \left(\frac{EN}{2}\right) \cos \phi} \right)$$

$$(0 \leq \phi \leq 180, 180 \leq \phi \leq 360) \quad (9)$$

식(6)으로 형상을 설계 할 경우 롤러기어의 절반만 만족하는 표준형 사이클로이드 판기어 형상이 설계된다. 따라서 위 식으로 얻은 Profile 전체를 $360 \times 2 / (N-2)$ (N : 롤러 개수)만큼 회전시킨 후 기존의 Profile과 회전변환 해서 얻은 Profile을 Fig. 4와 같이 겹친 다음 감속기 중심에 가까운 Profile만 추출하면 설계하고자 하는 판기어 형상을 얻을 수 있다.

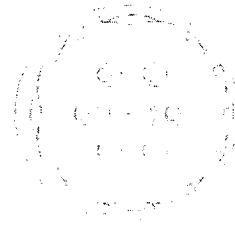


Fig. 4 Teeth Profiles Before Sampling (for N=14)

4. 결론

본 연구는 사이클로이드 감속기의 새로운 2치수 차 치형에 대한 설계법을 제시하였으며 결과에 대한 여러 형태의 검증을 통하여 타당성을 검증하였다. 앞으로 본 논문에서 제안된 판기어에 대한 작용력 해석을 통한 강건 설계가 이루어진다면 체계적인 사이클로이드 감속기 설계기술 확보를 바탕으로 하여 앞으로의 감속기 산업 시장에 충분히 대처할 수 있을 것이다.

후기

이 논문은 한국산업기술재단의 지역혁신 인력양성사업과 동남권 부품소재 산학협력 혁신사업단의 산학협력중심대학 육성사업의 지원사업을 받아 이루어 졌으며, 이에 관계자 여러분께 감사드립니다.

참고문헌

1. 윤호업, "순간속도중심을 이용한 사이클로이드 판기어의 형상설계법과 전산원용 설계자동화에 관한 연구", 창원대학교, 1999.
2. 장세원, 신중호, 권순만, 윤호업, "순간속도중심을 이용한 외륜회전형 에피사이클로이드 판기어의 형상설계법에 관한 연구", 한국정밀공학회 학술논문집, 2004.
3. 김봉주, "사이클로이드 감속기의 에피트로코이드 치형 설계에 관한 연구", 창원대학교, 2005.