

상용 3D 모델링 프로그램을 이용한 헬리컬 코니칼 인벌류트기어의 모델링

The Modeling of Helical Conical Gear Using Commercial 3D Modeling Program

*김재화¹, #류성기¹, 김동욱¹, 김관성²

*J. H. Kang¹, #S. K. Lyu(sklyu@gnu.ac.kr)¹, D. W. Kim¹, J. S. Kim²

¹경상대학교 기계항공공학부 항공기부품기술연구소(K-MEM R&D Cluster)

²동이공업(주), 목포해양대학교 기관시스템공학과 응용역학/치료공학전공

Key words : Conical involute gear, Profile, Lead, Modeling, 3D, Equivalent helical gear

1. 서론

기어는 두 개 이상의 축 간에 회전력을 전달하는 장치로 기계장치에서 빼놓을 수 없는 아주 중요한 기계요소이다. 인간의 편의를 위해 고안된 아주 다양하고 복잡한 구조를 가지는 기계장치들에 적용하기 위하여 다양한 작동 방식의 기어들도 고안되고 발전되어 왔다. 그중에서도 사용범위가 넓은 기어들은 많은 연구를 거쳐 정형화된 모델링 모듈과 가공방법 그리고 실제 해당기어의 실험 데이터들을 가지고 있다. 그러나 본 논문에서 다루고자 하는 원추형기어(Conical gear)에 대한 연구들은 미비한 실정이며 활용할 수 있는 데이터들을 거의 찾아 볼 수 없다.

어떤 기계장치의 부품들의 정확한 제작을 위해 설계도면을 작성한다. 부품모델링을 위한 보편적인 기계의 이론을 기본으로 각 회사의 독창적인 솔루션을 적용하여 해당 기계부품 설계 분야에 특화된 모델링 프로그램들을 개발해 설계자들의 욕구를 충족시켜 주고 있다. 현대에는 한부분에 특화된 모델링 프로그램 뿐 아니라 하나의 프로그램 내에 기계장치 하나를 구성하는 부품들의 규격화된 모듈을 내장하여 조립된 기계장치를 3D로 가상 현실화 하고 3D 또는 2D로 도면화 시켜주는 프로그램이 많이 사용된다. 기어설계 프로그램에서 기어의 프로파일은 인벌류트치형의 아주 미세한 점들과 선들로 표현되는데 높은 사양의 컴퓨터 보급과 함께 더욱더 점과 선들의 미세화 현상을 나타낼 수 있어 정교하고 연결이 부드러운 실제 가공을 마친 기어의 형상과의 차이를 줄여 정확한 모델링을 할 수 있게 되었다. 그러나 코니칼 기어를 상세 모델링 할 수 있는 모듈은 따로 있지 않아 코니칼 기어의 모델링은 여러 가지 2D와 3D 부품 모델링의 스킬을 활용해 모델링 할 수밖에 없는 실정이다.

국내에서는 일본의 K. Mitome 교수의 연구를 바탕으로 J. S. Kim^[1]에 의해 코니칼 기어의 기초연구를 수행한 바가 있다. 본 논문에서는 이를 이용한 실험 결과를 위해 직접가공 후 측정을 하기 전에 3D 모델링을 통한 컴퓨터 해석을 하기 위해 보다 실제에 가깝고 간단하고 정교한 가상 모델을 만들어 내고자 연구를 시행 하였다.

2. 모델링 적용데이터 및 모델링 이론

헬리컬 코니칼 인벌류트기어를 모델링 하기위하여 코니칼기어의 기초 이론^[1]을 바탕으로 기어의 제원을 먼저 설정하고 모델링을 위한 데이터를 계산해내었다.

Table 1 Modeling Data of conical involute gear

스피/헬리컬 코니칼 인벌류트 기어		
모듈	M=2.7, Ms=2.86429	
압력각	PA=20°	오른쪽 압력각 :19.13609344
		왼쪽 압력각 :22.83195065
비틀림각	HA=19.5°	
원추각	CA=6°	
잇수	Z=30	
비틀림방향	RH	
치폭=30mm		

Table 1의 기어의 제원은 자동차 미션 DCT에 들어가는 헬리컬 기어와 헬리컬 코니칼기어 한 쌍을 모델링 하기위해 임의로 선정된 것이며 실제 적용된 기어와 아무런 관련이 없다.

코니칼기어의 가장 큰 특징 중의 하나가 축방향을 따라 치의 단면을 잘라 보았을 때 치폭의 중간 지점의 치형은 전위 값이 0 이고 위로는 (-)전위, 아래로는 (+)전위의 치형을 보인다는 것이다.^[1] 따라서 정확한 모델링을 위해 11개의 등간격의 단면을 설정하고 각 단면의 인벌류트치형을 얻기 위해 치형 프로그램 GPGv8.0에 기어의 기본 제원 데이터를 입력하고 모델링 할 각 단면의 계산된 전위값을 입력 후 프로파일을 얻었다.

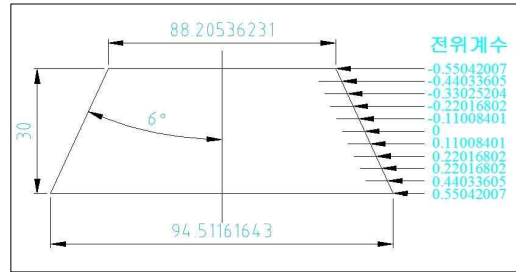


Fig. 1 Work piece of conical gear

헬리컬기어를 모델링 할 때 비틀림각의 계산은 아래의 그림으로 설명이 된다. 기어의 비틀림각은 나사의 피치각과 같은 원리이므로 원통의 기어를 직사각형으로 길게 늘여 보면 비틀림각(HA)에 따른 밑변의 길이(x)를 구할 수 있다. 그리고 다음의 간단한 식으로 모델링을 위한 비틀림각(α)을 구할 수 있다. 여기서 r은 피치원의 반지름이다.^[5-8]

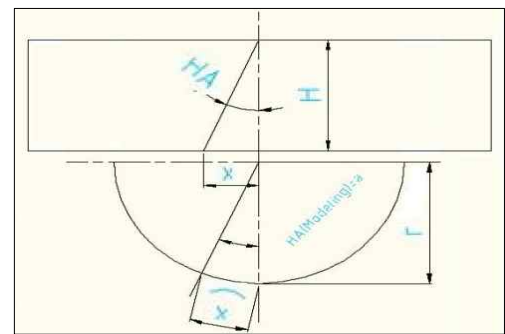


Fig. 2 Calculation of helix angle

$$x = H \times \tan HA, l = r \times \alpha_{(HA(Modeling))} \text{ (rad)}$$

축척각 모듈(Ms)을 적용하여 각 단면의 프로파일을 얻어낸 이유는 위에서 구한 축을 기준으로 한 모델링용 비틀림각(α)을 적용하기 위함이었다. 각 단면의 각기 다른 11개의 프로파일을 완성될 기어의 중심축을 피치원의 중점(Center point)으로 하며 등간격의 각도로 비틀면서 기어의 치 하나를 구성할 수 있게 된다.

3. 3D 모델링

먼저 현성된 각 단면별 좌치면 프로파일과 우치면 프로파일을 합치고 모델링에 필요한 치형만 남기고 나머지는 제거하였다. GPG에서 만들어진 점과 직선으로 구성된 인벌류트곡선(a)과

가공되는 특성을 고려하여 수정한 Spline(b)를 비교하여 모델링을 진행 하였다. Involute Spline은 GPG에서 만들어진 프로파일을 구성하고 있는 직선들을 선택하여 모두 삭제하고, 삭제 후 남은 꼭지점들을 사용하여 Spline을 생성 하였다. 따라서 직선의 연결에서 나타나는 불필요한 요소들을 제거한 동시에 부드러운 곡선으로써의 Involute 가 되겠다. A와 B의 프로파일은 우선 그림으로 보기에 별다른 차이가 보이지 않는다. A의 경우 구성되는 선들의 개수를 늘리면 늘릴수록 Spline과 가깝게 되지만 3D로 구성할 경우 복잡한 직선들로 인해 불필요한 계산이 필요하게 되고 각 단면의 프로파일의 부드러운 연결에 장애를 일으키는 요소가 된다.^[2-4]

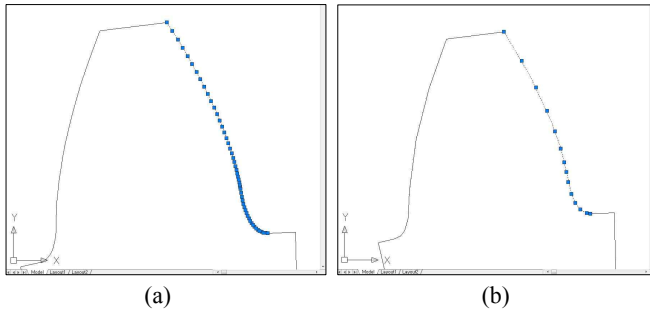


Fig. 2 Profiles of helical conical gear

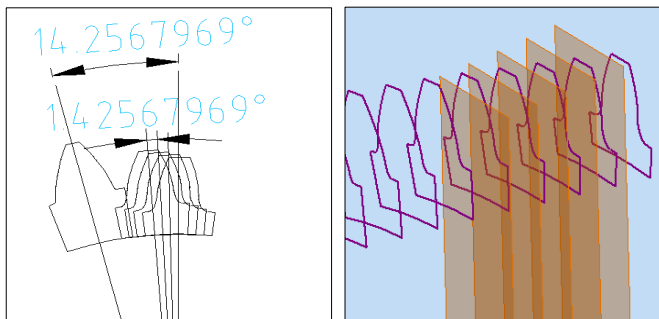
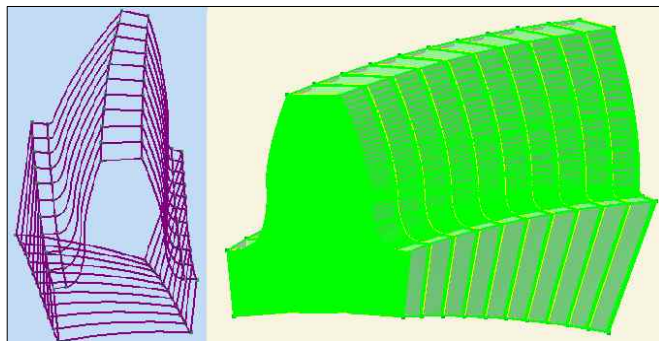
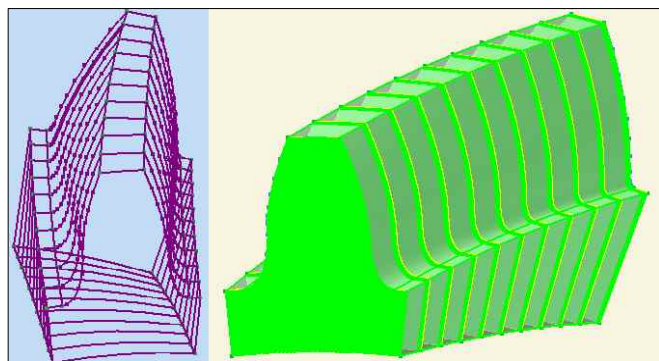


Fig. 3 Profiles & HA(Modeling)



(a)



(b)

Fig. 4 Multi patterns of profile

단면에 프로파일들을 등간격, 등각도간격으로 Work plane을 형성하고 프로파일들의 부드러운 연결을 위한 Lead line을 만들었다.^[2-4] Fig. 4의 멀티패턴 프리뷰에서도 볼 수 있듯이 작은 선들로 이루어진 (a)의 프로파일은 치면이 고르지 않게 나타났다. 이것을 고르게 수정하기 위해서는 프로파일을 구성하고 있는 직선들 각각에 대응하는 무수히 많은 리드라인을 설정해줘야 비로소 근접한 Lead line 사이에서 생기는 굴곡이 있는 Surface가 생기지 않았다. 그러나 설정하여 해결을 하더라도 결과적으로 얻는 치면은 좁고 긴 평면들의 연결로 만들어지는데 이때에는 불필요한 경계조건들이 무수히 생겨나 실제 가공 치면과 차이가 많이 날 수 밖에 없으며, Analysis를 시행할 경우 실제 실험값에 비해 많은 오차를 가지게 될 것이다. 반면 Spline을 사용한 (b)의 프로파일로는 Fig. 5에서와 같이 경계가 없는 아주 매끄러운 곡선의 치면이 됨을 볼 수 있었고, 불필요한 지오메트리 가 생기지 않는 단순화된 모델링이 되었다.

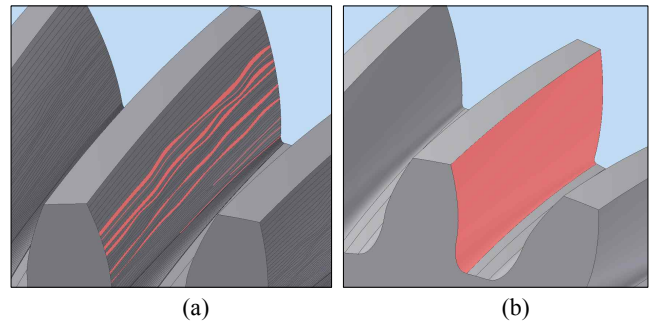


Fig. 5 3D Models of helical conical gear

4. 결론

본 논문에서는 헬리컬 코니칼기어의 실제 가공품과 가까운 정확한 3D모델링방법에 대한 설명을 하였다. 2차원프로파일에서 3차원으로 모델링이 되는 일반적인 상용 3D프로그램을 이용하여 코니칼기어의 이론에 입각하여 그에 상응하는 가장 실제와 가까운 모델링이 되도록 모델링을 방법을 고안해 내었으며 그 결과로 자연스러운 곡면을 갖는 해석에서 불필요한 지오메트리를 포함하지 않는 단순화된 3D모델을 얻었다.

추후 코니칼기어의 연구에서 보다 나은 실험결과를 얻고, 정형화된 코니칼기어에 대한 모델링의 모듈화에 도움이 될 것으로 기대된다.

후기

이 논문은 교육과학기술부와 한국산업기술진흥원의 지역혁신 인력양성사업의 지원으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Jun-sung, Kim, "A Study on the Tooth Bearing of Helical Conical Involute Gear Pairs", Gyeongsang National Univ., 2009.
2. 김해지, 김남경, 이용철, "알기쉬운 CATIA V5", 오토테크, pp. 202-204, 2008.
3. 다솔기계설계연구소, "인벤터 활용서 실무 3D활용서", 예문사, pp. 406-492, 2008.
4. 조준성외, "인벤터 11 열 한 번째 이야기", 북미디어, 2007
5. 김광태, 정재수, "기어 기초 활용기술", 예문사, pp. 135-143, 2008.
6. 홍장표, "기계설계 이론과 실제", (주)북스힐, pp. 607-705, 2005.
7. 小泉 晋, 金宗河, "기어와 호브반 作業", 機電研究社, 1999.
8. 손충천, "기어설계용 CAD 프로그램개발에 관한 연구", 충남대학교, pp. 4-19, 1996.