

헬리컬기어에서 치폭과 치형의 영향

Effect of Face Width and Tooth Error in Helical Gears

박찬일†
Chan IL Park

1. 서 론

기어의 치폭, 모듈, 잇수, 압력각 등의 매크로(macro) 설계는 설계 초기 단계에서 결정되어 기어의 진동, 소음을 좌우하는 한편, 기어 치형의 마이크로(micro) 설계는 초기 단계에서 설계 되지만 시험을 통한 제품의 최종 단계에서도 진동 소음을 고려하여 수정될 수 있다. 헬리컬 기어의 치폭은 치폭 물림률을 결정하며 물림률은 일반적인 기어 진동 소음 저감의 지표가 된다. 이 연구에서는 기어의 치폭과 치형이 전달오차 및 진동에 미치는 영향을 실험과 해석으로 검토한다.

2. 치형 오차가 없는 기어 해석

Table 1 Gear data

	driving gear	driven gear
Number of teeth	56	56
Face width(mm)	20/40	
Normal module	2.5	
Whole depth(mm)	5.85	
Pressure angle(deg)	20°	
Helix angle(deg)	20°	
Center distance(mm)	150	
Base helix angle(deg)	18.74724	
Outside diameter(mm)	154.98	
Pitch diameter(mm)	148.98	
Addendum mod. co.	0.2075	

Table 1의 기어 제원과 치형과 리드오차가 없다고 가정하여 기 개발된 프로그램으로 전달오차 해석하여 Fig. 1에 도시하였다. 치폭 20 mm 기어가 치

폭 40 mm 기어보다 전달오차가 크고, 치폭 20 mm 기어의 PPTE(peak to peak transmission error)는 0.1625, 치폭 40 mm 기어의 PPTE는 0.0809로 치폭 40 mm의 기어가 진동이 작을 것으로 예측되었다. Fig.2의 기어 모델에서 축이 강체라고 고려하여 입력 토크 49 N·m에서 회전방향의 진동 해석을 하면 3400 rpm까지의 회전수에 따라 Fig. 3과 같이 치폭 20 mm 기어의 진동이 더 커지는 것으로 예측되었다.

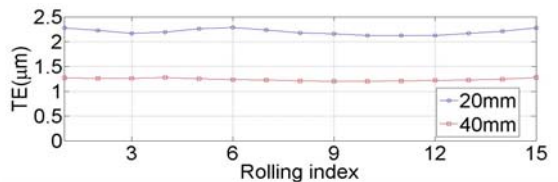


Fig. 1 Transmission error of 20 and 40 gears

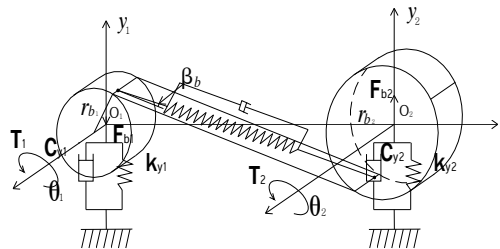


Fig. 2 Gear modeling

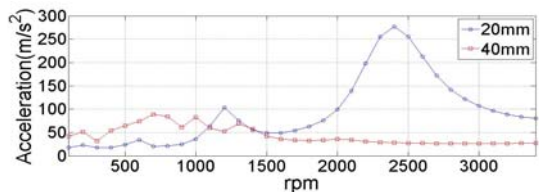


Fig. 3 Acceleration of 20 and 40 gears

† 교신저자; 정희원, 강릉원주대 기계자동차공학부
E-mail : pci@gwnu.ac.kr
Tel : 033-760-8723, Fax : 033-760-8721

3. 치형 오차가 있는 기어 실험 및 토의

Fig. 4 Tooth profile and lead

Gears	Driving Gear				Driven Gear			
	Profile		Lead		Profile		Lead	
	Rf Tip	Lf Root	Rf Top	Lf Top	Rf Tip	Lf Root	Rf Top	Lf Top
20	[Image]		[Image]		[Image]		[Image]	
	Root	Tip	Bottom	Bottom	Root	Tip	Bottom	Bottom
40	[Image]		[Image]		[Image]		[Image]	
	Root	Tip	Bottom	Bottom	Root	Tip	Bottom	Bottom

Table 1의 기어 제원과 Fig.4의 치형과 리드오차를 가진 치폭 20 mm와 40 mm인 헬리컬기어에 대해 토크 49 N·m에서 원주 방향, 반경방향 및 축방향 진동을 측정하였다. 그 결과를 Fig. 5와 6과 같이 대체로 회전방향 진동이 가장 크고 그다음 축방향진동이 크고, 그리고 반경방향 진동이 가장 작았다. 치형오차가 있는 기어의 실험에서는 치폭이 40 mm인 기어가 20 mm인 기어에 비해 회전 방향의 진동이 오히려 더 커지는 것을 볼 수 있다.

Fig. 4에서 치폭 20 mm 구동기어의 리드 오차는 4~10 μ m, 피동기어는 2~7 μ m 그리고 치폭 40 mm 구동기어는 8~17 μ m, 피동기어는 20~26 μ m 이었다. 또한 각 기어에서 4개의 치의 치형과 리드가 많은 편차를 보이는 것을 볼 수 있다. 실제로 어떤 치형과 리드가 기어 진동에 영향을 주는 지는 해석적으로 검토해 보아야 할 것이다. 이상의 결과에서 치폭이 2배로 증가하여도 치형과 리드 오차가 수준 안에서 관리되지 않으면 치폭을 증가시켜 오는 진동 소음의 저감 효과를 가질 수 없고 오히려 무게의 증가에서 오는 여러 가지 손실만을 가져올 것이다.

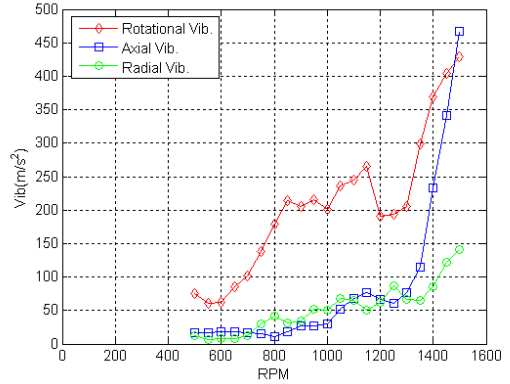


Fig. 5 Vibration of 20 gears (49 N·m)

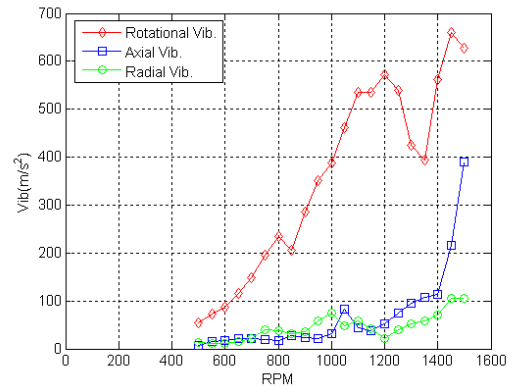


Fig. 6 Vibration for 40 gears (49 N·m)

4. 결 론

이 연구에서는 기어의 치폭과 치형이 전달오차 및 진동에 미치는 영향을 실험과 해석으로 조사하였다. 그 결과 치폭이 증가하여도 치형과 리드 오차가 수준 안에서 관리되지 않으면 치폭을 증가시켜 오는 진동 소음의 저감 효과를 가질 수 없다.

후 기

이 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임 (No.2012-0006878).