

치폭이 다른 헬리컬기어의 진동 전달 특성에 대한 실험적 연구

An Experimental Study on Vibration-transmission Characteristics of Helical Gears with Different Face Width

박찬일†·전돈혁*

Chan IL Park, Don Hyuk Jeon

1. 서 론

헬리컬 기어는 나선각이 있으므로 접촉선이 기어축에 경사지게 접촉하여 원주 방향, 반경방향 및 축 방향 진동을 유발한다. 이러한 진동은 축과 베어링을 통하여 하우징에 전달되어 소음으로 방출되므로 소음 특성의 이해 및 저감을 위해서는 이 진동의 지식이 필요하다. 이 논문에서는 특별히 설계 제작된 헬리컬 기어상자에서 치폭이 다른 헬리컬 기어를 대상으로 3방향의 진동특성을 측정하고 치폭에 따른 진동특성을 조사한다. 그리고 베어링으로 전달된 진동을 측정하여 기어진동과 비교하여 진동 전달 특성을 조사한다.

2. 실험장치 및 방법

2.1 실험장치

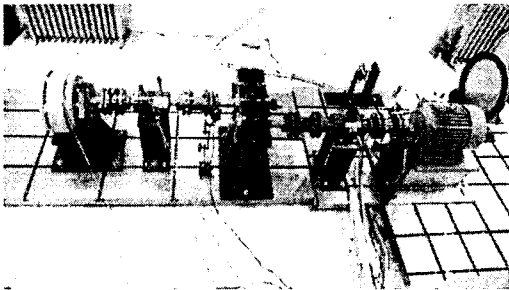


Fig.1 Gear box vibration measurement system

Fig.1은 기어 진동 과 베어링 진동을 측정하기 위해 특별히 설계 제작된 실험 장치이다. 이 실험장치로 치폭이 다른 헬리컬 기어에 가속도계를 부착하여 25N·m와 49.05N·m의 두 부하토크로 회전수를 500rpm 부터 1500rpm까지

50rpm 간격으로 변화시키면서 원주 방향, 반경방향 및 축 방향 진동을 측정한다. 또한 베어링의 반경방향으로 가속도계를 부착하여 베어링 진동을 측정한다. 측정에 사용된 헬리컬 기어의 제원은 Table1에 표시하고, 치폭은 20mm와 40mm인 기어를 사용한다.

Table 1 Specifications of helical gears

	Driving gear	Driven gear
Normal module	2.5	
Normal pressure angle	20°	
Center distance(mm)	150	
Whole depth(mm)	5.85	
Helix angle	20°	
Number of teeth	56	
Face width(mm)	20/40	
Outside diameter(mm)	154.98	
Pitch diameter(mm)	148.98	

3. 실험결과 및 토의

3.1 기어 실험

치폭이 20mm와 40mm인 헬리컬기어에 대해 토크 25와 49.05N·m에서 원주 방향, 반경방향 및 축 방향 진동을 측정하여 각방향의 최대값을 Table 2에 나타내었다. 그 결과 대체로 회전방향 진동이 가장 크고 그다음 축방향진동이 크고, 그리고 반경방향 진동이 가장 작았다. 여기에서 치폭이 40mm인 기어가 20mm인 기어에 비해 물림률이 크므로 진동이 작을 것으로 예측되었으나 오히려 진동이 크게 검출되었다. 이의 원인을 살펴보고자 치형 성적서를 검토하니, 20mm인 기어의 리드(Lead) 측정결과 치폭 20mm 기어의 구동기어는 4~10 μ m, 피동기어는 2~7 μ m 그리고 치폭 40mm 기어는 구동기어가 8~17 μ m, 피동기어는 20~26 μ m의 오차를 보였다. 이는 가공에서 발생한 오차로 기어 진동에 영향을 주었을 것이라 판단되며 물림률이 작은 치폭 20mm의 기어(2.42)에 비해 치폭 40mm의 기어(3.29)의 진

† 교신저자; 강릉대학교 기계자동차공학부
E-mail : pci@kangnung.ac.kr
Tel : (033) 640-2392, Fax : (033) 640-2244

* 강릉대학교 대학원 정밀기계공학과

Table 2 Maximum vibration in each direction by the gear frequencies

Gears	20mm Gear		40mm Gear	
	Torque(Nm)	25	49.05	25
Rot.(m/s ²)	457.6	429.2	366.8	659.7
(rpm)	(1500)	(1500)	(1500)	(1450)
Axial(m/s ²)	275.3	467.4	228	390.9
(rpm)	(1500)	(1500)	(1500)	(1500)
Radial(m/s ²)	108.4	141.7	109.1	106.3
(rpm)	(1450)	(1500)	(1500)	(1450)

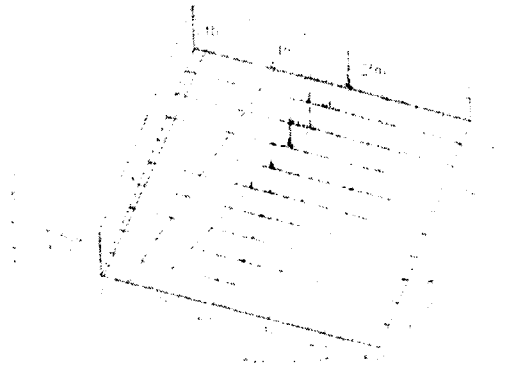


Fig. 4 Bearing vibration of gears with Face width 40mm (49.05N · m)

력측과 출력측에 사용하였다. 베어링 진동을 측정할 수 있도록 기어 케이스는 가속도계 센서를 부착할 수 있도록 특별히 제작하였다. Fig. 3은 베어링 진동 측정을 위한 가속도계 위치를 나타낸다. 가속도계 센서는 베어링 외륜의 윗면에 수직인 반경방향으로 부착하였다.

Fig. 4는 치폭 40mm인 기어의 입력측의 베어링 진동 측정결과를 Waterfall로 나타낸 그림이고 2차 조화파 성분이 1200rpm 이상에서 잘 나타난다. 그러나 Fig.2의 기어 반경방향 진동과 비교하여 모든 주파수에서 상당히 감소되어 나타난다.

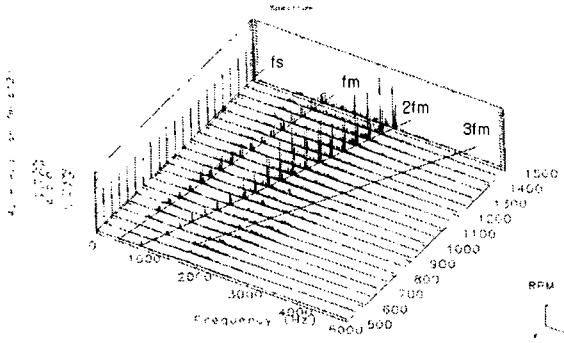


Fig. 2 Radial Vibration of Gears with Face width 40mm (49.05 N · m)

동이 큰 원인이라 추정된다. Fig.2는 치폭40mm인 기어의 반경방향의 Waterfall로 나타낸 그림이고, 맞물림 주파수와 2차 조화파 성분이 기어 진동에 크게 기여한다. 특히 2차 조화파 성분이 맞물림 주파수 성분보다 크다.

3.2 베어링 실험

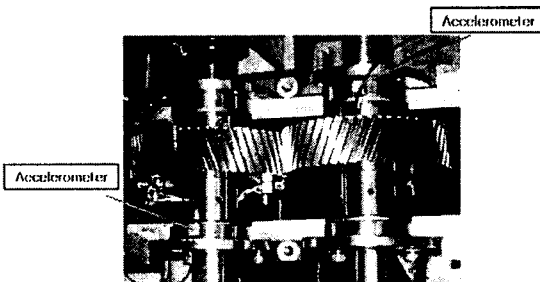


Fig. 3 Mounting positions for bearing-vibration measurement

위에서 실험한 기어 장치는 테이퍼롤러베어링을 입

4. 결 론

이 연구는 치폭이 다른 두 쌍의 헬리컬 기어들의 축방향, 반경방향, 회전방향 진동과 기어 진동이 베어링으로 전달되는 진동 전달 특성을 조사하였다. 이를 위하여 실험용 헬리컬 기어상자를 설계, 제작하였고, 개발된 실험시스템에서 이 진동들을 측정, 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 기어 진동 스펙트럼의 주파수중, 맞물림 주파수 성분과 2차 조화주파수 성분이 기어 진동에 크게 기여하였다. 진동의 크기는 회전방향이 가장 크고 다음으로 축 방향이 크고 그리고 반경방향 순서로 크기가 가장 작았다.
- (2) 치폭이 커서 물림률이 높은 기어도 치폭이 작아서 물림률이 낮은 기어보다 진동이 더 컸다. 이것은 같은 정도로 가공된 기어라도 치형 성격에 의해 기어 진동이 크게 좌우되었다.
- (3) 베어링 진동에서 가장 큰 영향을 주는 진동은 기어 맞물림과 관련된 2차 조화파 진동이며, 기어진동에 비해 감소되어 나타났다.