

## 감속기 가공정밀도와 소음의 연관특성 분석

### Analysis of the Relation between Machining Accuracy and Noise in Reduction Gears

박성필\* · 김우형\* · 정진태†

Sungpil Park, Woohyung Kim, and Jintai Chung

#### 1. 서론

본 연구는 운전 조건에서 감속기의 가공정밀도와 소음과의 연관 특성에 대한 실험적 연구이다. 현대 산업의 감속기는 제조용 로봇에 많이 사용되고 있으나, 점점 전기자동차용 감속기와 같이 실생활에 접근해 오고 있어 저소음의 감속기가 요구된다. 감속기는 기어의 조합으로 구성되며, 기어의 가공정밀도에 따라 소음 및 진동 레벨이 달라진다. 또한 가공정밀도는 감속기 제작비와 직접적으로 연결되어 가격경쟁력에도 중요한 영향을 주게 된다. 이 연구는 가장 흔히 사용되는 인벌류트 치형의 감속기를 이용하여 기어의 가공 오차와 소음 레벨의 연관특성을 연구하였다.

#### 2. 가공 정밀도.

##### 2. 1 기어의 가공 오차

기어의 소음에 영향을 주는 가공 오차는 다음과 같다.

##### (1) Profile error

Profile error 은 기어 치가 인벌류트 곡선에서 얼마나 벗어 났는지에 대한 측정 오차 값이다.

##### (2) Lead error

일반적인 평기어는 Helical 기어와 다르게 치의 방향이 축의 방향과 동일하다. 만일 평기어가 Helical 기어와 같이 치가 비스듬해 진다면 Lead error 이 발생하게 된다.

##### (3) Pitch error

기어 치에서 피치원이 지나는 선을 기준으로 하여 하나의 치에서 다음 치까지의 실제 피치와 이론 피치 사이의 차이값을 말한다.

##### (4) Run out error

실제 기어가 회전하는 중심점을 기준으로 하여 기어의 치끝이 동심원을 이루는지에 대한 오차이다.

#### 2. 2 기어 정밀도 등급 판정

가공 오차에 대한 기어 등급은 국가마다 표준을 가지고 있으며, 각각의 오차에 따른 등급을 결정한다. 기어 등급 판정은 일본공업규격(JIS)을 기준으로 하여 한국산업기술시험원(KTL)에 의뢰하여 판정할 것이다.

#### 3. 감속기 소음 측정

##### 3. 1 소음 측정 대상

이 연구에서 사용될 감속기는 인벌류트 치형을 사용한 2 단 유성 감속기를 사용하였으며, 동일 구조의 다른 기어 가공정밀도를 가진 5 종의 감속기를 제작하여 동일 실험을 반복하였다. 설계한 감속기의 구조는 그림 1 과 같으며, 이 감속기의 실제 제작된 모습은 그림 2 이다. 그림 1 의 감속기어는 외부 케이스에 의해 지지된다.

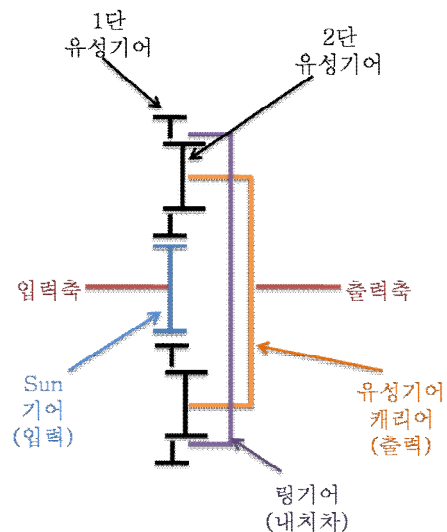


그림 1. 감속기 구조 개념도

† 교신저자; 정진태, 한양대학교 기계공학과

E-mail : jchung@hanyang.ac.kr

Tel : (031) 400-5287, Fax : (031) 406-6964

\* 한양대학교 일반대학원 기계공학과

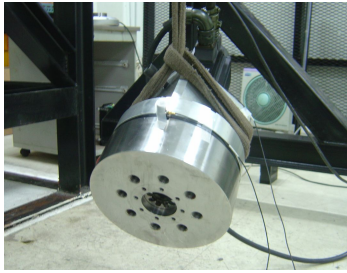


그림 2. 실험 대상 감속기 제작품

제작된 감속기의 가공 등급은 제작 업체에서 발행한 성적서에 따르며 모든 등급은 일본공업규격을 기준으로 하며, 다음과 같다.

표 1. 감속기 가공 등급 및 제작 업체

가공 등급	기어 제작업체
등급 외 가공	1 가공 업체
0 급	
1 급	
2 급	2 가공 업체
3 급	

여기서 등급 외 가공은 등급이 정해지지 않고 일반적인 감속기 제작에 사용되는 방법으로 제작된 모델이다. 또한 가공 오차의 종류마다 다른 등급이 적용되지만 표 1의 등급은 일괄적으로 나타낸 등급으로서 오차의 종류에 따라 다른 등급이 나타날 수 있다.

### 3. 2 소음 측정 방법

소음 측정 실험은 무부하 자유단 조건에서 0rpm~ 5000rpm 까지 200rpm 씩 증속시키며 2 회의 반복 측정하였다. 측정 장비는 소음 레벨을 측정하기 위해 Larson Davis 의 소음계를 사용하였으며, 진동 및 소음의 분석은 B&K 사의 가속도계, 마이크로폰 그리고 Pulse Multi Analyzer 를 사용하였다. 주파수 분석은 0Hz 부터 6400Hz 까지의 실험을 진행하였으며 아래의 그림 3 은 실험 장치의 구성도를 나타낸다.

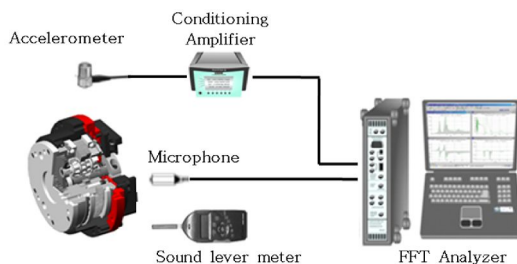


그림 3. 소음 및 진동 실험 측정 장비 구성

## 4. 소음 특성 분석

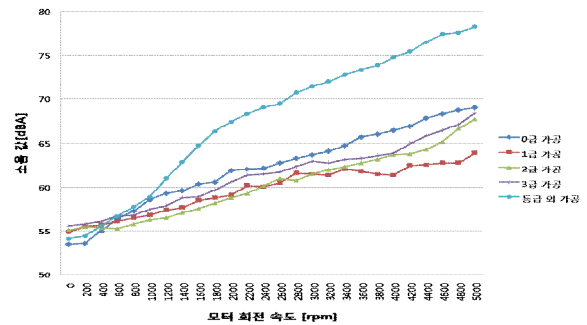


그림 4. 가공 등급별 소음 레벨 측정 결과값

일반적인 감속기에 사용되는 가공 방법인 등급 외 가공 모델의 경우 상대적으로 매우 높은 80dB 에 근접하는 소음레벨을 나타내었으며, 또한 0 급 가공 모델은 예상과 달리 상대적으로 1~3 급 가공에 비해 더욱 높은 소음이 나타남을 알 수 있었다. 같은 가공 업체에서 제작한 1 급~3 급 기어의 경우 높은 가공 정밀도에 따라 소음 레벨이 낮아지는 특성을 나타내었다.

## 5. 결 론

본 연구는 가공 정밀도에 따른 소음과의 연관 관계를 분석하고자 하였다. 그 결과는 다음과 같다.

1. 소음 결과를 살펴 보면 가공 정밀도가 높을 수록, 모터의 회전 속도가 증가 할 때 소음의 상승폭이 작은 것을 알 수 있다.

2. 모든 감속기의 소음 및 진동 주파수 분석 결과를 살펴보면 동일한 GMF 특성, 동일한 구조적 공진 주파수가 나타난다. 하지만 가공 등급에 따른 소음량 및 진동량이 달라지는 것을 알 수 있다.

3. 0 급과 3 급의 소음 레벨 특성을 확인하여 볼 때, 업체에서 발행하는 등급 기준은 각각 상이하여 등급 기준으로 사용하기에 모호하다. 추후 한국산업기술시험원의 결과를 이용해 새로운 등급을 표기할 필요가 있으며, 또한 소음에 주된 영향을 주는 오차에 대해서도 알 수 있을 것으로 사료된다.

## 후 기

본 연구는 교육인적자원부, 산업자원부와 한국기술산업재단에서 시행한 산학협력중심대학 육성 사업의 지원을 받아 수행되었으며, 이에 감사 드립니다.