

# 전동식 윈치 기어열 축간거리와 소음과의 연관성에 관한 연구

## A Study on the Relationship Between Distance of Gear and Noise for Electric Winch

\*#최지환<sup>1</sup>, 박원호<sup>2</sup>, 김재실<sup>1</sup>

\*#H. H. Jung<sup>1</sup>(jove390@changwon.ac.kr)<sup>1</sup>, H. W. Park<sup>2</sup>, C.S. Kim<sup>1</sup>

<sup>1</sup>창원대학교 기계공학과, <sup>2</sup>홀루테크(주)

Key words : Winch, Gear box, Gear, Backlash

### 1. 서론

선박용 윈치는 선박의 계류 및 계선을 위한 장치로 구동원의 방식에 따라 유압식과 전동식으로 분류되며 전동식은 제어방식에 따라 무단변속 및 다단 속도제어방식으로 나뉘어 진다. 전동식 무어링 윈치는 유압식 윈치에 비하여 고속으로 회전되며 속도 변동에 따라 소음이 발생되고 있다.

김주한 등은 기어 설계시의 저 소음화와 관련된 설계변수를 열거하였으며 백래쉬량과 관련된 실제 소음량 측정을 통하여 소형 감속기에서의 백래쉬량을 분석하였다.

본 연구에서는 대형 기어박스에서의 백래쉬량에 따른 소음특성을 분석하여 저소음화를 위한 최적의 백래쉬량을 도출하고자 한다. 분석 방법으로는 상용 동역학 해석 프로그램인 Adams를 이용하여 기어 중심간 거리를 변화시켜 회전 시 가속도 변화를 측정하였다.

### 2. 윈치의 기어 시스템 및 제원

본 연구에 적용된 전동식 무어링 윈치는 정격 용량이 20톤급이며 인버터 제어방식의 무단변속 시스템으로 그림 1에 그 형상을 나타내었다.

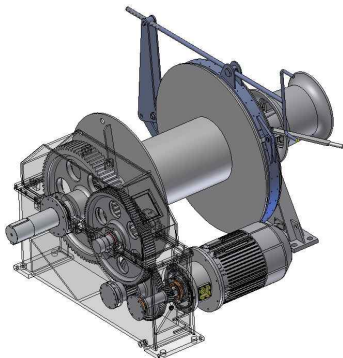


Fig. 1 Electric mooring winch

전동기 회전수는 1200rpm이며 기어열치의 첫 단은 헬리컬 기어, 2, 3단은 스퍼기어로 구성되어 있으며 본 연구에서는 첫 단에서의 속도 변화가 큰 것을 감안하여 헬리컬 기어 시스템만 해석 대상으로 고려하였다. 또한, 실제의 기어는 주조 품으로 주조 형상 및 제조 공차에 따라 질량 불 평형에 의한 회전력이 발생되고 있으나 본 연구에서는 고려하지 않기로 하며 해석에 적용된 기어 제원을 Table 1에 나타내었다.

Table 1 Gear table of 1st gear system

Items	Pinion	Gear
Pressure angle(°)	20	
Module(mm)	6	
Helix angle(°)	15	
Hand of Helix	Right	Left
Number of teeth	20	89

### 3. Gear backlash 모델 및 동역학 해석

#### 3.1 기어 백래쉬 모델

기어 백래쉬는 기어가 맞물릴 때 원주 방향으로 이와 이 사이가 벌어진 틈새를 말하며 백래쉬가 없으면 조립상의 어려움과 구동 시 열팽창의 원인으로 맞물림 시 간섭을 일으켜 진동을 유발시킬 수 있다. 반대로 너무 큰 백래쉬는 속도 변동에 따라 소음이 발생되며 마그네틱 브레이크의 급작스런 정지로 큰 충격력을 발생하여 가진원인 되기도 하므로 적당한 틈새를 가져야 한다.

백래쉬량을 조절하기 위한 대표적인 방법으로는 이 두께를 조절하는 방법과 중심간 거리공차를 조절하는 방법이 있다. 본 연구에서는 중심거리 규정치에 대한 오차를 백래쉬량으로 가정하여 해

석하였다.

헬리컬 기어의 백래쉬량 계산은 식 1과 같다.

$$Cb = \frac{\sqrt{1 - \sin^2\beta \times \cos^2\beta}}{\cos\alpha \times \cos\beta} (2\Delta\alpha \sin\alpha_{bs} + f) \quad (1)$$

$\alpha$  : 압력각,  $\beta$  : 비틀림각

$\alpha_{bs}$  : 정면물림 압력각

$f$  : 이 두께 공차

$\Delta\alpha$  : 중심거리 규정치에 대한 오차

본 연구에서는 이론적인 백래쉬량을 고려하기 위해 이 두께에 대한 공차는 없는 것으로 간주하였다. 식 1에 의하면 중심간 거리가 1mm변할 때 0.75mm의 백래쉬가 발생함을 알 수 있다.

### 3.2 기어 동역학 해석

Gear의 정확한 인벌류터 치형을 만들기 위해 상용 프로그램인 KISS Soft를 이용하여 3D 모델을 완성하였으며 이 모델을 Adams로 전환하여 해석하였다. Adams에서 기어와 기어는 상호 리벌루터 조인트로\*\*\*를 적용하였으며 그 결과를 그림 2에 나타내었다.

본 연구에는 중심간 거리를 최초 338.54mm로부터 0.3mm간격으로 4가지 경우에 대하여 해석하였으며 가속도의 값은 기어 각 가속도의 RMS값을 확인하였고 그림 3은 CASE 1에서의 가속도 값 변화를 나타낸 것이다.

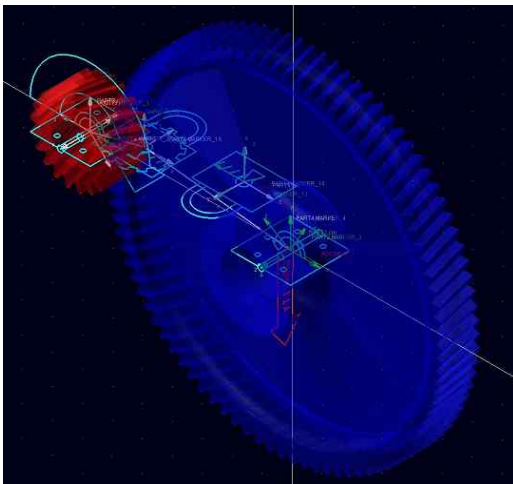


Fig. 2 Dynamic model for adams

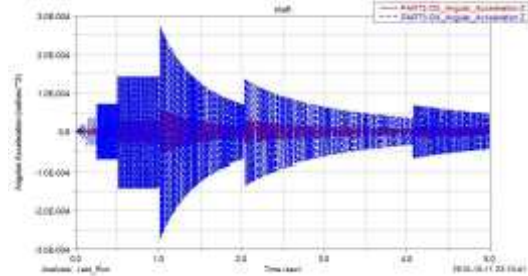


Fig. 3 Acceleration vibration of gear

Table 2 Center distance of gear and pinion

No.	Cent. distance (mm)	Backlash (mm)	Acceleration (rad/s <sup>2</sup> )
Case 1	338.54	0	7.0211e-5
Case 2	338.84	0.21	9.2143e-4
Case 3	339.14	0.42	9.4343e-3
Case 4	339.44	0.68	8.6123e-2

## 4. 결론

본 연구는 선박용 전동식 원치의 기어 시스템에 대하여 백래쉬량에 따른 기어의 속도변화를 예측하였다. 그 결과로 백래쉬량에 따라 실제 소음에 미치는 영향을 파악할 수 있었다. 그 결과 중심간 거리가 338.54mm일 때(백래쉬 : 0mm)가장 속도 변화가 적은 것으로 보아 소음에 가장 효과적이라는 결과를 얻었다. 아울러, 전동식 원치에 비해 속도변동이 큰 유압식 원치가 백래쉬를 줄이면 소음이 많이 저감 될 것으로 생각된다.

## 후기

본 연구는 지식경제부 지역선도사업(과제번호 : 70004145)와 지방기술혁신사업(과제번호 : RT 104-01-03)지원으로 수행되었습니다.

## 참고문헌

1. 김주한, 성하경, 정중기, “기어 백래쉬 변화에 의한 소형 감속기의 소음특성에 관한 연구,” 대한기계학회 2001년 추계학술대회 논문집 B pp. 635-640.
2. 김재실, 이원창, 이종관, “기어열의 축간거리 조절을 통한 진동/소음 저감에 대한 연구”, 2006년 한국소음진동공학회 논문집 제 16권 제7호. pp. 697~703.