자동조심 롤러 베어링 재 제조 공정 개발

Spherical Roller Bearings Re-manufactured Process Development

*다리스렝 스르멩닥와[1], #편영식[1], 김준형[1], 카유모브 라빌[1]
*S. Darisuren[1], #Y. S. Pyun(pyoun@sunmoon.ac.kr)[1], J. H. Kim[1], R. Kayumov[1]
[1]선문대학교 기계공학과

Key words : Ultrasonic Nanocrystal Surface Modification(UNSM), Spherical Roller Bearing

1. 서론

본 연구는 파손되거나 수명이 다한 중·대형 자동조심 롤러베어링을 회복하기 위한 재 제조 공정 개발에 관한 것이다. 파손되거나 수명이 다한 자동조심 롤러 베어링의 Outer ring 및 Inner ring의 궤도륜에 초음파나노표면개질(UNSM), 쇼트피닝(Shot peening), 마이크로 쇼트피닝(Micro shot peening) 또는 초음파피닝(Ultrasonic shot peening) 등과 같은 피닝장치 또는 초자기변형소자(Terfenol-D)와 같은 표면타격장치를 이용하여 복구함으로서 새 베어링과 동일하거나 향상된 성능 및 수명을 갖도록 재생하는 베어링 재 제조방법에 관한 것이다.

자동조심 롤러 베어링은 진동 스크린, 연속 주조기계, 풍력발전시스템 내 풍력발전기, 종이 생산기계 등의 부품으로 사용되고 있다. 이러한 자동조심 롤러베어링은 중형과 대형의 크기로 매우 고가의 제품들로서 현재 우리나라에서는 노후되거나 파손된 베어링을 폐기하고 있는 실정이다. 따라서 폐기되고 있는 고가 베어링의 수명을 회복하여 자원의 낭비를 방지하고 경제성 확보를 위한 재제조 기술 개발이 요구된다.

본 연구에서는 자동조심 롤러 베어링 중에서 대표적으로 FAG, NSK, SKF 24020 베어링을 이용하여 연구를 진행하였다.

2. 초음파나노표면개질 기술의 개요

초음파나노표면개질(Ultrasonic Nanocrystal Surface Modification ; 이하 "UNSM"이라 한다) 기술은 초음파 진동에너지를 응용하여 아주 큰 정적 및 동적 하중이 부가된 볼로써 1초에 20,000번 이상의 타격(1,000～100,000회/mm^2 정도)을 금속 표면에 주어, SPD(Severe Plastic Deformation) 및 탄성변형을 발생시키고, 이로 인해 표층부의 조직을 나노결정 조직으로 개질함과 동시에 아주 크고 깊은 압축잔류응력 등을 부가하는 한국 특허기술이다.[2] 아래 그림은 UNSM 기술의 기본 원리 및 장치의 구성을 나타내고있다. UNSM 장치의 구성은 진동자(20kHz 또는 40kHz), 부스터(Booster), 혼(Horn)으로 되어있고, 추가로 혼의 선단에는 볼(Ball)과 볼을 고정시켜주는 볼팁(Tip)이 위치해 있다.

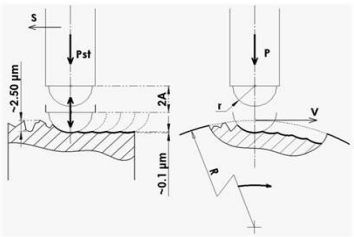

Fig. 1 UNSM technology mechanism

3. 자동조심 롤러 베어링 재제조 공정

파손되거나 수명이 다한 베어링을 수집한 후, 수명 회복을 위해 필요한 베어링의 재 제조 공정은 다음과 같다.

A. 사용 후 베어링 수집
B. 베어링 검사
C. 베어링 분해
D. 베어링 세척
E. 베어링 검사 (해석, 검사 보고서 작성, 등급산정(등급에 따라 아래의 F~H 공정 변화))
F. 궤도륜 연삭 및 폴리싱
G. 볼 또는 롤러 제조 또는 수정
H. 틈새 관계 재조정
I. 조립
J. 재 제조 베어링 검사
K. 재 제조 베어링 포장 및 출하

4. 자동조심 롤러 베어링 재 제조

자동조심 롤러 베어링을 재제조하기 위하여 Outer ring 및 Inner ring의 궤도륜에 폴리싱 후 UNSM 기술을 적용하고, 롤러는 베럴 연마 과정을 거친다. 대표적으로 자동조심 롤러 베어링의 Inner ring 재 제조 과정은 다음과 같다.

Table1. Principal parameters of UNSM technology

Amplitude [㎛]	Load [N]	Speed [rpm]	Feed rate [mm/rev]	Tip diameter [mm]
30	50	15	0.07	2.4

Fig. 2 Remanufacturing process (a. untreated, b. polished, c. UNSM treated)

위의 Fig. 2에 나타난 바와 같이 폴리싱 후 궤도륜 표면에 존재하였던 부식, 마모, 압흔, 스미어링 등이 제거되었다.

Table 2 Roughness and Hardness of Inner ring

	Untreated	Polished	UNSM treated
표면 경도	HRC 59.1	HRC 57.3	HRC 61.2
표면 거칠기	0.096 ㎛	0.164 ㎛	0.089 ㎛
X1200			

위 Table 2과 같이 UNSM treated의 표면거칠기는 Untreated 및 Polished의 표면거칠기 보다 향상되었고, 표면경도 역시 두 상태보다 상승되었다. 또한 궤도륜 표면에 UNSM 기술을 적용한 후 딤플(Dimple)이 생성되었음을 확인하였다.

5. 자동조심 롤러 베어링 수명 및 성능 실험

현재 FAG 24020-S-MB-C4 자동조심 롤러 베어링을 이용하여 새 베어링, 재 제조 베어링, 새 베어링에 UNSM 적용 3가지 종류의 베어링에 대하여 수명 및 성능 시험을 진행하고 있다.

6. 결론

그동안 폐기되어 왔던 베어링들의 표면을 회복하여 재활용 할 수 있다면 자원의 낭비 방지 측면이나 경제적인 효과가 뛰어날 것으로 판단된다. 또한 베어링의 재 제조기술 확보는 새 제품 구매보다 경제적으로 더 많은 효과가 있을 것으로 사료된다.

연마공정을 거친 자동조심 롤러 베어링의 Outer ring 및 Inner ring의 궤도륜에 UNSM 기술을 적용 후, 표면에 딤플(Dimple)이 생성되면서 패턴을 형성하였고, 이 표면은 단순 연마한 표면보다 거칠기(Surface roughness)가 향상되었다. 또한 금속 표면에 표면 나노 구조화(Nano structure)를 통한 표면 경도(Surface hardness)가 향상되어 표면의 품질이 크게 향상되어 신품과 동일한 수준으로 회복되었다고 판단된다.

실제 베어링에 대한 UNSM기술 적용 비교시험은 현재 진행중으로 차후 완료 예정에 있다.

참고문헌

1. Tedric A.Harris Michael N. Kotzalas "Advanced Concepts of Bearing Technology"
2. C, S, Lee., I, S, Cho., Y, S, Pyun., I, G, Park., "Study of Inner Micro Cracks on Rolling Contact Fatigue of Bearing Steels Using Ultrasonic Nano-crystalline Surface Modification," Key Engineering Materials, **462-463**, 979-984, 2011.