

공작기계용 리니어 볼 부쉬의 소음수준에 관한 실험적 연구

최영휴*, 정원지*, 이재형**, 조충래**, 박선균***

An Experimental Study on the noise level of Linear Ball Bushes for Machine Tools

Young-Hyu Choi*, Won-Jee Chung*, Jae-Hyung Lee**, Choong-Rae Cho**, Seon-Kyun Park***

Abstract

In this experimental study, noise level measurements were conducted on physical LBB(Linear Ball Bush) samples in a semi-anechoic chamber. Evaluation of the measured data demonstrates that LBB's' noise level is proportional to the logarithmic of its speed multiplied by the ball diameter. Furthermore details of implementations and process for measuring noise level and operating speed of LBB are also presented.

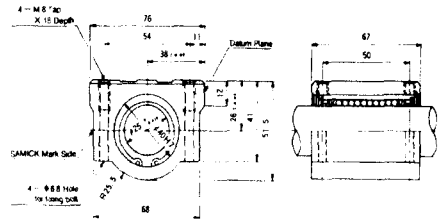
1. 서론

공작기계의 이송운동을 위해 주로 사용되는 것으로 리니어 볼 부쉬(LBB, Linear Ball Bush)가 있다. 그런데 리니어 볼 부쉬와 가이드사이의 마찰음은 공작기계의 주요 소음원으로 작용한다. 최근 환경소음의 규제가 강화되고 있고 작업자도 보다 나은 작업 환경을 원하기 때문에 이러한 소음을 저감시켜야만 한다. 그러나 국내외를 막론하고 LBB의 소음원인이나 소음발생기구, 또는 소음수준에 대한 통계적 측정데이터 등에 대한 연구나 자료가 희귀한 실정이다.

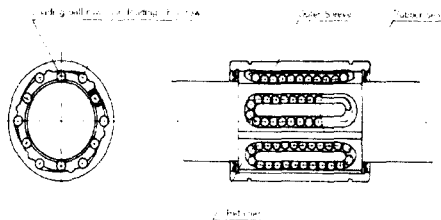
따라서 본 연구에서는 우선 LBB의 소음 수준을 실험적으로 측정하고 그 특성을 분석하고자 한다.

2. 실험 장치 및 실험 방법

본 실험에서는 삼익정공(주)에서 생산하는 LBB 중에서 SC형 LBB를 주요 연구 대상으로 실험하였다. Fig. 1은 LBB의 형상도이다.



(a) LBB



(b) retainer and ball

Fig. 1 Configuration of the Linear Ball Bush

* 창원대학교 기계설계공학과
** 삼익정공(주)
*** 창원대학교 대학원 기계설계공학과

2.1 무향실

LBB의 소음측정은 간이 반무향실 (Semi-anechoic chamber) 내에 LBB 이송기 구장치를 설치하고 소음을 측정하였다. 무향실의 주요 제원은 Table 1과 같다.

Table 1 Specifications of the Anechoic Chamber

Parameter	Specification
Type	Semi anechoic room
Chamber size	3000x3000x2500 mm ³
Effective size	1000x1000x1500 mm ³
Source size	max. 400 mm
Low freq. cutoff	150Hz
Background noise level	< 25dB(A)

2.1 측정장치의 구성

LBB의 속도와 소음수준을 측정하기 위한 실험장치를 구성의 개략도를 Fig. 2에 나타내었다.

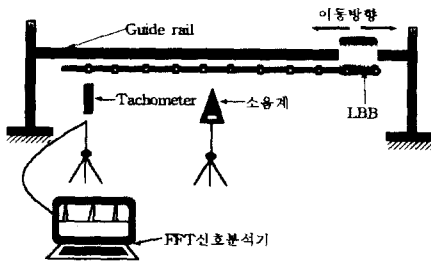


Fig. 2 Schematic Diagram of the Experiment Equipment Setup

그림에서 보듯이 우선 가이드 레일(Guide rail)에 LBB를 이송시킬 수 있도록 이송기구 지그(Jig)를 만들었다. LBB에는 타코미터(Tachometer) 신호를 반사할 수 있도록 리플렉터(Reflector)가 부착된 막대(Bar)를 장착시켰다. 막대와 LBB는 일체로 결합되어 있으므로 이송속도가 동일하다. LBB의 이송 시작 지점에는 타코미터를 설치하였

다. 이 막대와 타코미터를 이용하여 LBB의 이송속도를 측정한다. 그리고 이송중의 LBB소음을 측정하기 위하여 정밀소음계를 가이드 레일의 중앙위치에 지면으로부터 500mm, 지그(Jig)로부터 500mm이격시켜 설치하였다.

2.2 LBB의 이송속도 측정

LBB의 이송속도를 측정하기 위하여 Fig. 3에 나타난 것처럼 신호분석기와 타코미터를 이용한다. LBB가 가이드 레일을 따라 주행할 때 타코미터로부터 연속적으로 들어오는 리플렉터들의 신호를 신호분석기로 읽어들인다. 그리고 이 신호로부터 LBB의 임의의 지점(임의의 시간)에서의 순간속도를 계산한다.

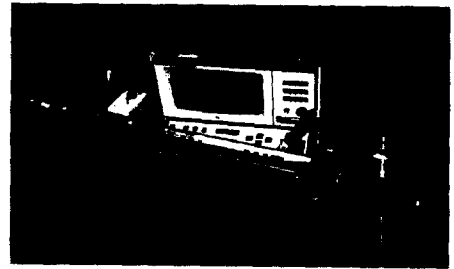


Fig. 3 속도 측정장치

속도측정 개념을 좀더 자세히 살펴보면, Fig. 4에 나타난 것처럼 일정거리 Δs 를 두고 P1과 P2에 리플렉터를 설치한 다음 LBB를 일정한 속도 V_{LBB} 로 이송시킬 때 타코미터에 발생되는 P1과 P2 통과시의 신호의 시차 $\Delta t = t_1 - t_2$ 를 측정한다.

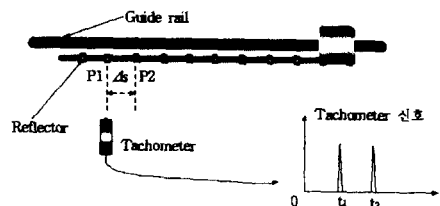


Fig. 4 이송속도 측정 개념도

그러므로 LBB의 이송속도는 다음과 같이 계산된다.

$$V_{LBB} = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{\Delta s}{t_2 - t_1}$$

Fig. 5는 LBB의 리플렉터 신호를 타코미터로 측정된 예를 나타낸다.

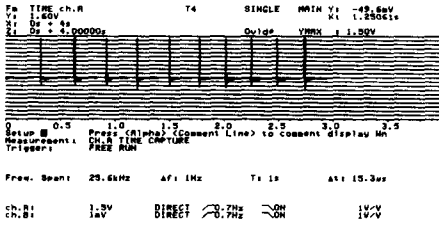


Fig. 5 SC형 LBB의 이송시 타코미터로 측정된 리플렉트의 신호(예)

2.3 LBB의 소음수준 측정

소음수준 측정 과정은 다음과 같다. 우선 소음계의 Frequency Span은 20dB~100dB로 설정하고, Frequency Weight는 F, 그리고 A보정 음압레벨 dB(A)을 설정하였다. 동일한 이송속도 조건에서 5회씩 소음수준을 측정하여 이를 평균한 값을 그 속도에서의 소음수준으로 설정하였다. Fig. 6은 소음 측정장치를 보여준다.

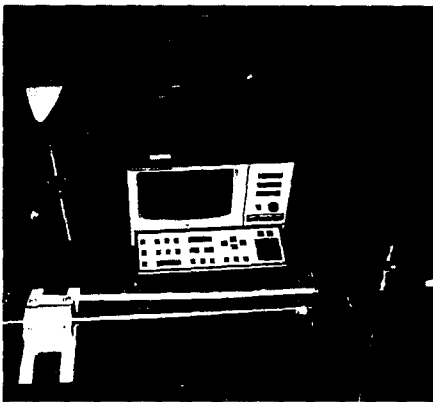


Fig. 6 소음 측정장치

Fig. 7은 이러한 방법으로 이송중인 SC형 LBB의 소음수준을 측정된 예이다.

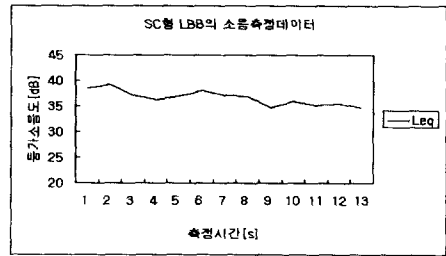


Fig. 7 SC형 LBB의 이송시 소음수준 측정 신호의 예

3. 실험 결과 및 고찰

LBB의 소음수준 측정시 무향실의 암소음은 23dB로써 최저 이송속도인 4.26m/s에서의 측정 소음수준 36.63dB과 10dB이상 차이가 나므로 KS A 0701 1987 측정규정에 의거하여 암소음에 대한 보정은 하지 않는다. Table. 1에 LBB의 무부하상태 이송 속도에 따른 등가소음수준의 값을 나타내었다. Fig. 8은 위의 측정결과를 그래프로 나타낸 것이다. X축을 대수단위로, Y축을 실수단위로 나타내었을 경우, 속도와 소음수준의 관계는 거의 직선 형태로 나타났다.

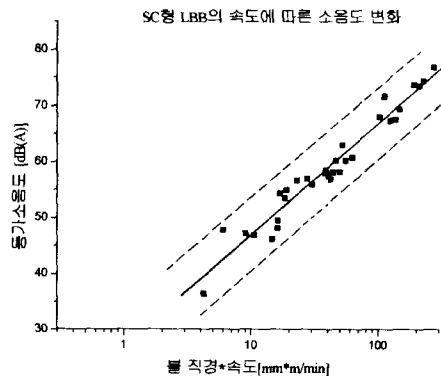


Fig. 8 LBB의 소음수준 - 이송속도 선도

Table 2 LBB의 이송속도 변화에 따른
등가 소음수준의 변화(무부하)

	평균속도[m/min]	등가소음도[dB]
1	4.260	36.360
2	6.059	47.784
3	9.060	47.180
4	10.608	46.893
5	14.678	46.135
6	16.300	48.031
7	16.320	49.440
8	17.040	54.300
9	18.625	53.485
10	19.105	54.911
11	22.980	56.670
12	27.540	56.950
13	30.238	55.909
14	38.400	57.970
15	38.722	58.500
16	40.838	57.422
17	42.257	56.771
18	44.164	58.114
19	46.560	60.170
20	49.828	58.175
21	52.126	62.988
22	55.800	60.230
23	62.444	60.786
24	102.000	68.000
25	111.692	71.700
26	124.057	67.380
27	135.994	67.550
28	146.108	69.400
29	190.200	73.770
30	210.823	73.533
31	224.756	74.367
32	275.600	76.920

위 Table 2의 측정 데이터를 살펴보면 LBB의 이송 속도가 증가함에 따라 등가소음수준이 비례하여 증가하는 것을 볼 수 있다.

4. 결론

본 연구에서는 공작기계의 리니어 모션 가이드(Linear Motion Guide)로 널리 사용되는 리니어 볼 부쉬(Linear Ball Bushes)의 이송속도에 따른 소음수준을 분석하기 위하여 간이 무향실에서 여러 가지 속도 조건으로 LBB를 無負荷 상태에서 이

송시키면서 등가 소음수준을 측정하였다. 그 결과 LBB의 이송속도가 증가함에 따라 LBB의 등가소음수준은 이송속도와 볼 직경을 곱한 값의 대수 값에 비례하여 증가한다는 사실을 확인하였다. 이 결과는 LBB의 소음저감을 위한 설계와 작동속도 조건 등을 설정하는 데에 유용하게 활용될 수 있을 것이다.

아울러 LBB 작동소음 특성에 관한 보다 정확하고 유용한 정보를 얻기 위해서는 앞으로 LBB의 설계사양이나 볼과 리테이너의 가공조건과 재질, 부하와 속도를 포함한 작동 조건 등 보다 다양한 조건들을 변화시키면서 소음수준에 미치는 영향 인자를 분석해야 할 것이다.

후 기

본 연구는 한국과학재단 지정 창원대학교 공작기계기술연구센터와 삼익정공(주)의 지원에 의한 것입니다. 이에 관계자께 감사드립니다.

참 고 문 헌

- (1) "SAMICK LM SYSTEM," Catalog No. 03K, Samick Precision Ind. Co., Ltd. 1999.
- (2) "Advanced Linear Motion System," Thomson Industries, Inc., 1992.
- (3) "Linear Bushes의 發生音에 대하여," 삼익정공(주) 내부자료, 1999.
- (4) "간이 무향실 설계 제작," 창원대학교 기계설계공학과 진동소음연구실, 1999.
- (5) 이장명, "무향실 설계 및 평가방법," 한국소음진동공학회지, 제6권 제2호, 1996.
- (6) 한국공업규격, "소음도 측정방법; Methods of Measurement & Description of A-weighted Sound Pressure Level," KS A 0701 - 1987.
- (7) 한국공업규격, "정밀소음계; Precision Sound Level Meters," KS C 1505- 1979.