

# 메탈베어링 시험기의 설계와 평가

황영모\*, 전재역+, 박후명++, 김수광+, 하만경+++

## Design and estimate of metal bearing test machine

Hawng Young Mo\*, Jun Jae Uhk+, Park Who Myong++, KIm Soo Kwang+, Ha Man Kyong+++

### Abstract

Despite is product that existent higher hrust engine, ship, vehicles, development equipment and Metal Bearing for plant equipment Cast White Metal Lining Bearing that is Bimetal Bearing standing 2 generation is accomplishing master and servant and this is foreseen to be used widely on industry whole in hereafter but Cast White Metal Bearing need minuteness processing, price competitive power is depending on income from superior another thing area than itself manufacture already in advanced nation to lowdown that the technique is generalized widely.

**Key Words :** Bimetal Bearing, Cast White Metal Lining Bearing, 다층 Metal Bearing

### 1. 서론

기존의 고출력 엔진, 선박, 차량, 발전설비 및 플랜트 설비용 Metal Bearing은 2세대 Bimetal Bearing적인 Cast White Metal Lining Bearing이 주종을 이루고 있으며, 이는 향후에도산업 전반에 널리 이용될 것으로 예견되지만 Cast White Metal Bearing이 정밀 가공을 요하는 제품임에도 불구하고, 그 기술력이 널리 보편화된 실정으로 선진국에선 이미 자체 제작 보다 가격 경쟁력이 우수한

타 지역으로부터 수입에 의존하고 있다. 또한, 개발도상국으로의 기술 전이 양상을 감안할 때, 향후 가격 경쟁의 심화로 인한 고 부가가치 창출이 어려울 것으로 판단된다. 한편3세대 Metal Bearing은 발전된 고도의 정밀화된 엔진 제작 기술에 따라 더욱향상된 내 하중, 내 마모성능을 요구하는 실정이다. 이에 본 기술개발을 통하여 차세대 Metal Bearing용 재질로서 대두되고 있는 특수 목적용 Aluminium Alloy(Duralumin)를 이용한 다층 Metal Bearing을 시험평가할수 있는 시험기를 제작하고자 한다.

\* 주저자, 황영모 창원 한백직업전문학교 기계공학과 (hmk@pknu.ac.kr)

주소: 부산시 남구 용당동\*

+ 부산정보대 기계자동차학부

++ 울산기능대학 자동화과

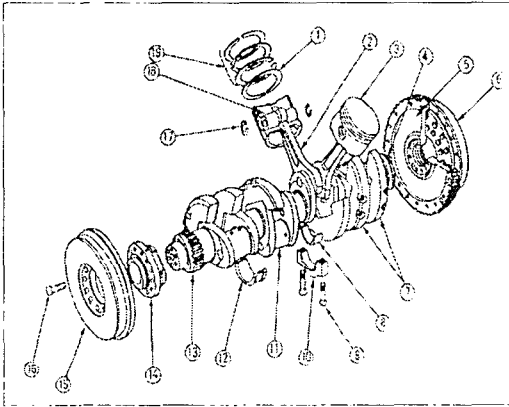
+++ 부경대학교 기계공학부

## 2. 개발품의 내구성 시험

### 2.1 적용 장비 엔진의 구동 조건

#### 2.1.1 적용 장비 구동 기어의 구조

개발 된 Metal Bearing은 최대 출력 1200마력의 내연 기관에서 동력을 전달하는 부품으로 사용되는 Bearing(Bearing Half Set Sleeve)이다. 이에 대한 기본 장치 개념도를 Fig.1에 나타내었다.



①오일링 ②커넥팅 로드 ③피스톤 ④출력단축 오일 봉합링 ⑤플라이 휠 ⑥커플링 ⑦균형추 ⑧커넥팅 로드 베어링 셸 ⑨커넥팅 로드 베어링 캡 볼트 ⑩커넥팅 로드 베어링 캡 ⑪크랭크 축 ⑫메인 베어링 셸 ⑬크랭크 축 기어 ⑭진동 감쇄기 플랜지 ⑮진동 감쇄기 ⑯진동 감쇄기 고정 볼트 ⑰범춰링 ⑱피스톤 핀 ⑲압축링 (I, II, III)

Fig. 1 Basis structure of application equipmen

### 2.2 적용 장비 하중조건에의 이론적 해석

엔진 부품을 설계할 때 설계자는 적절한 재료를 선택하여 부품 치수를 정의한다. 대부분의 초기의 경우 설계자는 비슷한 적용으로부터 경험을 가이드라인으로서 입수한다. 부품의 대한 선택은 전체 시스템에 대한 시운전에서 시험되며, 발생 가능한 결함은 사용 가능한 수명과 작동 시 안전도의 만족이 달성될 때까지 수행된다. 이러한 절차는 최적의 조건이지만 이 시간과 비용이 많이 소모되며, 습득된 결과와 효과는 아주 작다. 따라서 모델의 사용에 의한 부품의 성능에 관해서 정보를 획득하는 것이 필요하다. 이상적으로, 충분히 개발된 평가 모델이 가능하며, 그 결과는 연구에서 특성의 허용 한계와 비교 될 수 있다. 직접적인 상호 연관성의 가능성이 어디든지 존재하지 않는다면, 부품 시험은 상

대평가만으로도 가능하며, 부품은 전체 시스템과 경험하기 위하여 연관되어야만 한다. 불완전한 모델의 공식의 상태에서 시스템을 최적화하기 위해 존재하는 가능성은 매우 적다. 시험은 가능한 수학적 모델을 향상시키는 기능적 상호 관계에 관한 데이터를 획득하는 추가적인 일이 있다. 그리고 그림 3.21.과 같은 구조에서 작동되는 Metal 베어링의 하중에 정확한 예측이나 측정이 불가능하다. 따라서 다음과 같은 개념을 전제로 해석하였다.

a) 최대 RPM은 3000을 기준으로 한다.

$$RPM_{max} = 3000 \quad RPM_{idle} = 500 \quad (1)$$

b) 최대출력 토크를 기준으로 내구성 장비의 하중을 모델 한다.

$$HP = Torque \times w \quad (2)$$

$$Torque = \text{베어링지지력 (6개)} \times \text{반경} \quad (3)$$

$$\therefore \text{베어링지지력} = \frac{Torque}{\text{반경} \times 6} \quad (4)$$

$$= \frac{HP}{w \times \text{반경} \times 6} \quad (5)$$

c) 공회전에서 최대 속도까지의 도달 시간을 약 십 여초 소요된다.

$$\begin{aligned} &\text{단 위 시 간 당 } RPM \text{ 변 화 율} \\ &= (RPM_{max} - RPM_{idle}) / \text{소 요 시 간} \quad (6) \end{aligned}$$

위식 (1)과 (6)식 으로부터

단위시간당 RPM 변화율 = 500 으로 추정하며,

식. (5)에서 최대 출력 시

$$1200 \text{ Hp} = 895200 \text{ J/s}$$

$$= 91285334 \text{ kgf.mm}$$

이며,

반경 = 69 이므로

이 값들을 식(5)에 대입하면,

$$\therefore \text{베어링 지지력} \approx 441 \text{ kgf}$$

$$\approx 4321 \text{ N}$$

$$\approx 4.3 \text{ kN}$$

즉 1개의 Bearing이 지지하는 하중은 4.3 kN으로 정의할 수 있다.

그에 따른 내구성 시험 장비의 부하 설계 조건은 Table 1.에 나타나 있다.

Table 1 Subordinate design condition of durability test device

주축의 최대 회전속도 RPM <sub>max</sub>	최대 가능 부하하중	운용 최대 부하하중	운용 최저 부하하중	하중 교편 주기
3,000	16 KN	8 KN	5 KN	1 s

### 3. 내구성 시험기의 개요

Fig.2 에서 보듯이 실제 장비에서 지지 Bearing이 수용하는 하중은 실린더 내의 폭발 압력이 콘넥팅 로드를 통하여 전달된다. 이 때, Bearing의 국부가 충격하중을 수용하면서 크랭크축을 지지하며 원활한 회전을 보장한다. 고속 회전 시 크랭크축의 관성 모멘트에 의해 Bearing의 국부가 수용하는 충격하중은 점차 감소하게 되며, 크랭크축은 Bearing의 진원과 거의 동심 상에서 구동하게 된다.

이러한 원리를 적용하여 유사한 구속 조건의 Bearing 내구성 시험기를 개발하였고 그 개략도는 그림 3.23.에 나타나 있다. 시험기의 주축이 회전하는 동안 시험용 Bearing은

지속적이고 반복적으로 하부의 실린더로부터 부하를 받게 되며, 이는 실제 장비의 충격하중과 마찰 하중이 작용하는 것과 유사한 조건으로 Bearing의 국부에 하중을 가하게 된다. 이 때, 적절한 하중과 주기를 조정하여 관찰함으로써 개발된 Bearing의 내구성을 판별한다.

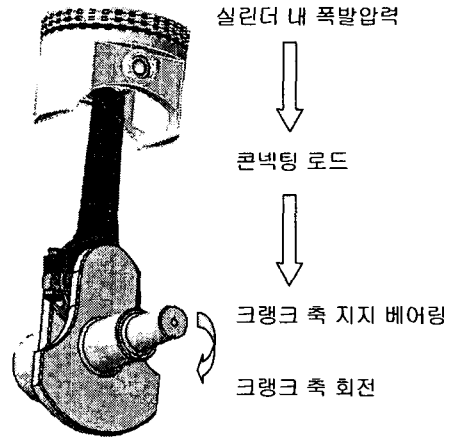


Fig. 2 Drive binding of equipmen

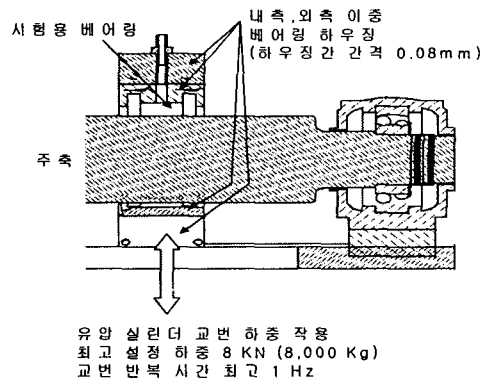


Fig.3 Drive binding condition of equipmen

### 4. 시험기 제작 결과 및 평가

#### 4.1 내구성 시험기 제작 및 조립

위의 전개된 이론과 구조 및 방식에 의하여 시험기를 제작하였다. 이에 대한 과정 및 그림을 Fig. 4, 5, 6, 7, 8에 나타

내었다.

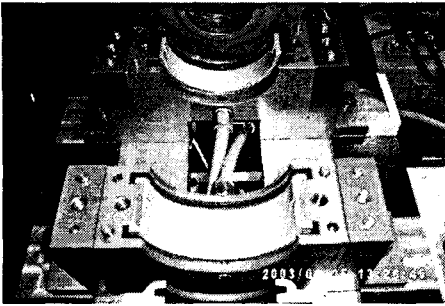


Fig.4 Bearing test development Bearing's assembl

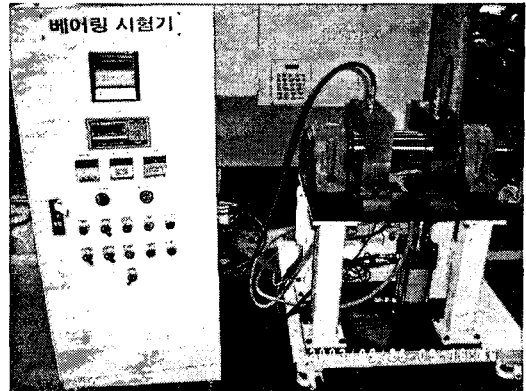


Fig.8 Bearing durability test machine

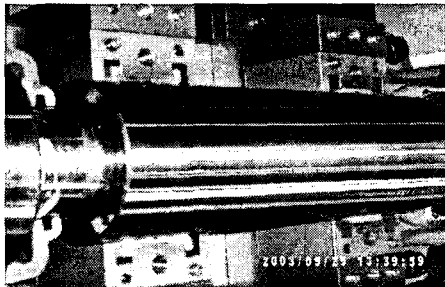


Fig.5 Assembly of main axi

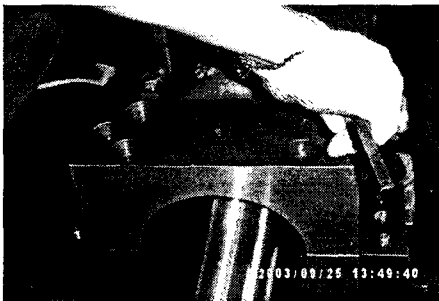


Fig.6 Test Bearing housing assembl

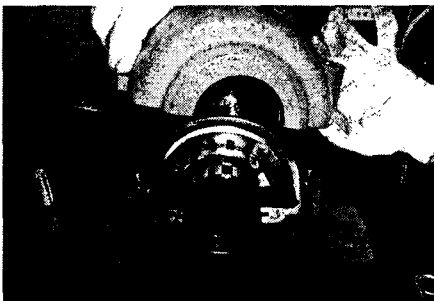


Fig.7 Sport Bearing housing assembl

#### 4.1 내구성 시험기의 제품평가 결과

본 개발된 내구성 평가 시험기를 이용하여 메탈베어링의 내구성시험을 한 결과를 Table 2와 Fig. 9, 10에 나타내었다.

Table 2 Examination condition and wave and tabl

항목	시험 조건 및 결과	
시험 조건	시험시간	600 시간
	시험하중	약 8,00 kgf(약 8 kN)
	하중교번주기	1 Hz
	Bearing 평균 발열 온도	65 ℃
	윤활오일 공급량	0.5 ℓ/min
	주축 회전수	무부하 상태 min 800 RPM 부하 상태 max 3,000 RPM
시험 결과	Bearing 조립	양호
	Bearing 표면 결함	없음
	Bearing 변형	없음
	Bering 표면의 마모량	양호
	재질의 박리	없음

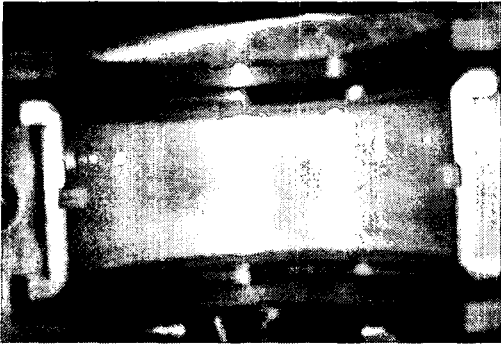


Fig.9 Bearing surface state before examinatio



Fig.10 Bearing surface state after examinatio

## 5. 결 론

본 시험기 개발을 통하여 고 하중용 엔진 Metal Bearing에 대한 기존 제품의 역설계에 의한 개선 뿐만 아니라 Mild Steel과 특수 목적용 Aluminium Alloy의 Cladding bearing의 clad강의 간단한 간이 시험 및 평가를 할 수 있는 시험 기기를 제작하였다. 또한 내구성 시험을 위한 시험기의 개발은 엔진의 교번 하중과 유사한 기구학적 구속 조건을 부여함으로써 시험기 제작의 이론적 배경과 제작 기술을 축적하였다. 이에 따라 다음과 같은 결론을 내릴 수 있었다.

1. 내구성 시험시설의 제작
2. 시험평가 기법 확보

이러한 Clad재료에서부터 시험 기법과 시험기 제작에 이르기까지의 기술 개발을 통해 전적으로 수입에 의존하고 있는 Metal Bearing용 재료와 Metal Bearing 완제품을 순수 국내 기술로 시험 평가 할 수 있는 초석이 되었다고 할 수

있다.

## 참 고 문 헌

1. Shiilke, N. A., et. al., The Design of an Engine-Flywheel Hybrid Drive System for a Passenger Car, ImechE 200-D4,231/248, 1986.
2. Fitch. E. C., Encyclopedia of Fluid Contamination, FES inc., 1980.
3. Fitch. E. C., Proactive Maintenance for Mechanical Systems, FES Inc., 1992.
4. Fitch, E. C., and Hong, I. C., Hydraulic System Design for Service Assurance, BarDyne inc., pp.182-195.1999.