

## 고강성 다층 메탈베어링의 접합

전재익\*(부산정보대 기계과), 황영모(창원한백직업전문학교), 김수광(부산정보대 기계과)  
계중읍(국방품질관리소), 김준안(경남정보대 기계과), 하만경(부경대학교 기계공학부)

### High strength's union of mass layers metal bearing

J. U. Jun(Mech. Eng. Dept., BIT), Y. M. Hwang(Mech. Eng. Dept., CHTS), S. K. Kim(Mech. Eng. Dept., BIT), J. Y. Ke.(SQRT), J. A. Kim((Mech. Eng. Dept., KIT), M. K. Ha(Mech. Eng. Dept., PKNU)

#### ABSTRACT

Despite is product that ship, vehicles, development equipment and Metal Bearing for plant equipment that is mass-produced by present domestic companies 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, while 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, when take into account technology change aspect of industrial technology developing country, Go added value creation by deepening of price competition is judged to be difficult hereafter.

Because domestic production and supply are wholly lacking almost in Metal Bearing Cladding that take advantage of these technology, Data-base about connection technology is weak with technique and Know-How for product.

This research unites Back Steel and Aluminium Alloy different kind metal and make the Clad river studying technology about union of Gogangseong Dacheung metal bearing hereupon.

**Key Words** : metal bearing(메탈베어링), back steel(백스틸: 마일드강), Aluminium alloy : 알루미늄 합금

#### 1. 서론

현재 국내 업체들에 의해 양산되는 선박, 차량, 발전설비 및 플랜트 설비용 Metal Bearing은 2세대 Bimetal Bearing격인 Cast White Metal Lining Bearing이 주종을 이루고 있으며, 이는 향후에도 산업 전반에 널리 이용될 것으로 예견되지만 Cast White Metal Bearing이 정밀 가공을 요하는 제품임에도 불구하고, 그 기술력이 널리 보편화된 실정으로 선진국에선 이미 자체 제작보다 가격 경쟁력이 우수한 타 지역으로부터 수입에 의존하고 있는 한편, 산업 기술 개발도상국으로의 기술 전이 양상을 감안할 때, 향후 가격 경쟁의 심화로 인한 고 부가가치 창출이 어려울 것으로 판단된다. 이에 반해, Trimetal Bearing은 특수 목적용 박판을 Bearing의 Back Metal에 압축 접합하는 방법으로 내 하중성과 수명 연장을 보장하는 기

술로서 점차적으로 관련 산업으로의 적용이 확대되고 있는 추세로써 국내에서도 동과 납을 혼합한 Bearing 소재 Kelmet을 이용한 압접 시행과 전기도금(Electroplating)에 의한 Overlay층을 형성, 표면 처리한 상용 제품이 일부 공급되고 있으나, Bearing 소재로 사용되기 위한 특수 목적용 Aluminium Alloy의 경우는 그 물성을 획득하기도 힘들뿐더러 압접(Cladding) 시행에 의한 완제품 생산 및 공급의 유래가 없을 정도로 고 난이도의 기술을 요하는 소재 가공 기술이다.

또한, 특수 목적용 Aluminium Alloy를 Mild Steel에 Cladding한 Metal Bearing용 소재는 고 부하 조건에서도 상당한 내구성을 가지고 있다고 알려져 있다. 이러한 기술을 이용한 Metal Bearing용 Cladding 소재의 국내 생산 및 공급은 거의 전무하여 제품에 대한 기술력과 Know-How등 관련 기술에 대한 Data-base가 취약하다. 이에 본 연구에서는 고강

성 다층 메탈베어링의 접합에 대한 기술을 연구하여 Back Steel과 Aluminium Alloy 이중 금속을 접합하여 Clad 강 제조하였다

## 2. Metal Bearing

### 2.1 Metal Bearing의 구조

고 내하중 다층 Metal Bearing은 강제기층(Back Steel 또는 Bearing Shell)으로 사용되는 Mild-Steel과 특수 목적용 Aluminium Alloy를 압연 접합한 Clad 강에 확산방지층과 미끄럼층을 각각 도금 처리하여 내하중성과 내마모성을 증대시킨다. 아래 Fig. 1에 다층 Metal Bearing 재질의 구조를 도식화 하였으며, 그리고 층간 재질의 제원 및 기능을 table.1에 나타내었다.

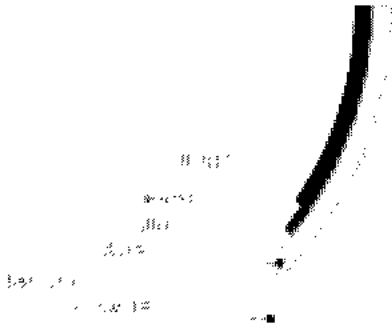


Fig. 1 structure of metal Bearing

Table 1 material and function of Bearin

Bearing structure	material	t	function
강제기층 (Back Steel)	St4	5.4 mm	Bearing 형상 유지, 조립 시 Housing과 밀착, 마찰열 전달
중간층	AlZn4.5SiPb	0.57 mm	축하중 지지, 충격 및 미립 분순물 흡수
확산방지층	Ni	3 ~ 5 μm	미끄럼층의 주요 구성 원소의 확산 방지, 미끄럼층 도금 용이
미끄럼층	PbSn18Cu2	5 μm	내마모성 증대, 축하중 지지, 충격 흡수 및 축 보호

### 2.2 Metal Bearing의 제작공정

국내에서도 동과 납을 혼합한 Bearing 소재 Kelmet을 이용한 압접 시행과 전기도금(Electroplating)에 의한 Overlay층을 형성, 표면 처리한 상용 제품이 일부 공급되고 있으나, Bearing 소재로 사용되기 위한 특수 목적용 Aluminium Alloy의 경우는 목적 원소들을 가감하는 Duralumin 소재를 획득하기도 힘들뿐더러 압접(Cladding) 시행에 의한 완제품 생산 및 공급의 유래가 없을 정도로 고 난이도의 기술을 요하는 소재 가공 기술이다. Aluminium Alloy 소재 Bearing은 Kelmet 소재 Bearing 보다 약 40%정도 향상된 내 하중 성능을 가지며, Kelmet 소재 Bearing이 라이닝 중에 Pb가 부식하여 라이닝의 응축에 의한 공동현상이 발생할 수 있는 반면, Aluminium Alloy 소재는 이러한 화학적 현상을 억제하여 Bearing 자체의 수명 연장뿐만 아니라 엔진 운행의 안정성과 효율을 향상시킬 수 있다. 이러한 고 난이도의 기술을 개발하기위하여 부단한 노력과 기술개발이 필수이며 이에 본 제품에 있어서의 핵심 기술도 일반 Steel과 Aluminium Alloy의 압접법으로 국내에는 기술 보유 현황이 극히 미비한 상태로, 선진국에서 제품의 제작 시 다층메탈베어링의 기본적인 생산공정 개략도는 Fig.2와 같다.

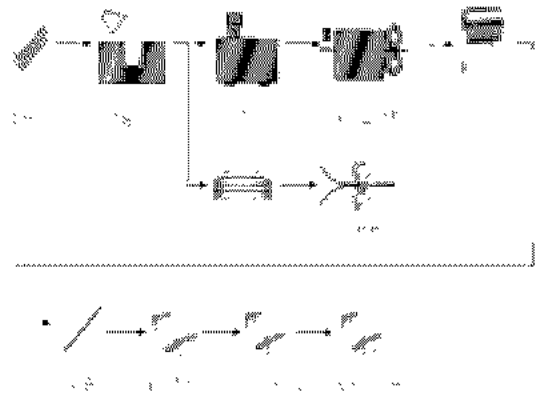


Fig.2 manufacturing process of Metal Bearing

## 3. Metal bearing의 설계 및 제작

### 3.1 고 내하중 다층 Metal Bearing 물성치

고 내하중 다층 Metal Bearing 도입품(MIBA AG 사 / BHW사)에 대한 소재 성분 및 규격을 분석 하였다. 그에 대한 내용을 Table 2와 Table 3에 나타내었다

다.

Tabl 2 material and ingredient of clad steel (BACK STEEL )

원소	구분	도입품 규정	
	제작사	M사	B사
	재질 기호	St4 (DIN 1623)	St3 (DIN 1624)
C		0 ~ 0.08	0.07 ~ 0.13
Si		미량	미량
Mn		0.20 ~ 0.40	0.30 ~ 0.45
P		0 ~ 0.025	0 ~ 0.025
S		0 ~ 0.025	0 ~ 0.025

Tabl 3 material and ingredient of clad steel (Lining)

원소	구분	도입품 규정	
	제작사	MIBA AG	BHW
	재질기호	AlZn4SiPb	AlSn6CuNi
Zn		4.2 ~ 4.8	-
Si		1.0 ~ 2.0	0 ~ 0.7
Sn		-	5.5 ~ 7.0
Ni		-	0 ~ 1.3
Pb		0.7 ~ 1.3	-
Fe		-	0 ~ 0.7
Mn		-	0 ~ 0.7
Mg		0.4 ~ 0.6	-
Ti		0 ~ 1.2	0 ~ 0.2
Cu		0.9 ~ 1.2	0.7 ~ 1.3
기타		≤ 1.0	≤ 0.5
Al		나머지	나머지

### 3.2 Back Steel과 Aluminium Alloy 이중 재질의 접합

Cladding 이란 아래 Fig.3의 개략도처럼 Solid 상태에서 이중 재질의 판재를 Rolling에 의해 표면 결합시키는 프로세스이다.

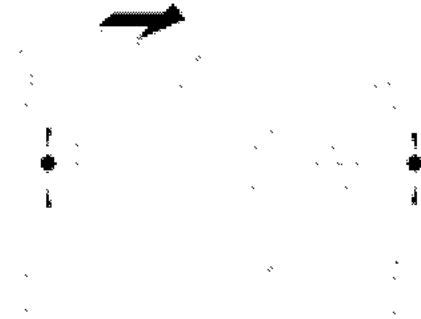


Fig. 3 Cladding process

Cladding은 단층의 소재에 비하여 가격을 줄이면서 사용 용도에 적절한 최대의 성능을 발휘할 수 있도록 복합재료 생산의 주목받고 있는 기술 중 하나이다. Clad로 활용될 수 있는 여러 가지 재료적 결합이 있겠지만 고 내하중 본 기술개발의 다층 Metal Bearing을 위해서는 Mild Steel과 Aluminium Alloy가 결합된 Clad강이 사용된다. 제작된 Clad강의 인장강도는 KS D 1804 Clad강의 시험 및 방법의 규정에 따라 다음의 식 1에 의하여 산출한다.

$$\sigma = \frac{\sigma_1 t_1 + \sigma_2 t_2}{t_1 + t_2} \quad (1)$$

여기에서

$\sigma$  : Clad강의 인장강도(kgf/mm<sup>2</sup>){N/mm<sup>2</sup>}

$\sigma_1$  : 모재의 인장강도(kgf/mm<sup>2</sup>){N/mm<sup>2</sup>}

$\sigma_2$  : Clad재의 인장강도(kgf/mm<sup>2</sup>){N/mm<sup>2</sup>}

$t_1$  : 모재의 두께(mm)

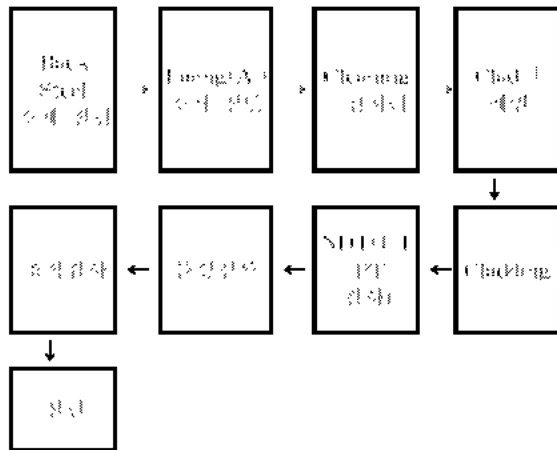
$t_2$  : Clad재의 두께(mm)

위의 식을 적용할 경우는 Clad재와 모재가 물리적으로 완전히 결합되고 또한 Clad 강 의 맞대기 이음 부분에서 Clad재의 부분이 내부식성의 용착 금속에 의하여 완전하게 용착되어 있는 것을 조건으로 한다. 만약 이 조건이 만족되지 않을 경우의 계산에는 모재만의 두께를 취한다. 그러므로 결합상태와 균일성의 검증이 중요하다. 그에 따라 적절히 결합되어 있는 상태의 검증은 UT(ISO4386-1:Non-destructi

ve ultrasonic testing of bond, 700.78115E : KDX-II PROJECT Non-destructive ultrasonic testing of bond)로 일차적으로 검사하였으며, 접합 강도를 측정하기 위하여 KS D 1804 Clad강의 시험 및 방법의 규격에 따라 Clad강 전단 강도 측정 시험을 실시하였다.

### 3.3 Clad steel 제작을 위한 소재 접합

Clad 소재의 생산 공정의 흐름은 아래와 같다.



### 3.3 Clad steel의 평가

앞에서 설명한 것과 같은 방법을 이용하여 제작된 clad강의 조직을 현미경 촬영하여 기존의 선진국 제품과 비교하였다. 이에 선진국 제품을 Fig. 4, 본 연구의 개발품을 Fig. 5에 타 개도국의 유사품을 Fig. 6에 나타내었다. 이에 그림의 결과에서도 알 수 있듯이 본 개발품이 선진국 제품과 같은 품질을 나타내고 있음을 알 수 있다.

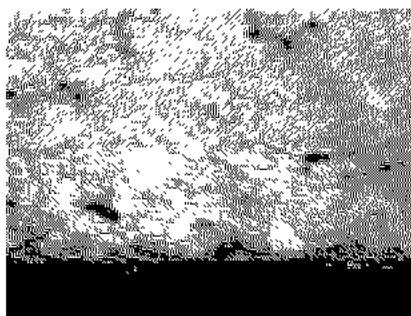


Fig. 4 Formation photographin of Advanced natio



Fig. 4 Formation photographin of development

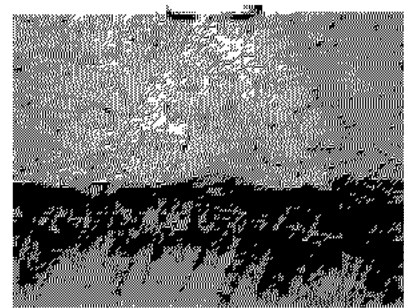


Fig. 5 Formation photographin of Developing countr

## 4. 결론

본 연구에서 개발 될 Metal Bearing은 1200마력의 내연 기관의 동력을 전달하는 부품으로 사용되는 Bearing(Bearing Half Set Sleeve)으로써 그 소재의 개발 즉 고 강도를 가지는 다층메탈베어링 소재 및 접합기술을 확보하기 위한 연구로써 진행하여 이중 금속의 접합을 위하여 압접을 이용하여 제품을 접합 제작하였다. 이에 따라 얻어진 개발품은 국내에서 하기 힘든 이중금속의 접합을 시행하여 선진국에서 제작한 동종의 타 메탈베어링 및 타 개도국제품과의 현미경 조직비교 시험평가에서 그 성능이 떨어지지 않음을 알 수 있었다.

## 참고문헌

1. Shilke, 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.