

# 저속 2행정 박용 기관에서의 LO 입자 오염도에 따른 베어링 마모 특성 평가

안용희<sup>+</sup>·김대영<sup>++</sup>·김은철<sup>+++</sup>·박득진<sup>++++</sup>

## Evaluation of The Wear Characteristics on The White Metal Bearing in a Low Speed Two-Stroke Marine Diesel Engine

Y. H. Ahn<sup>+</sup>, D. Y. Kim<sup>++</sup>, Y. C. Kim<sup>+++</sup> and D. J. Park<sup>++++</sup>

**Abstract** : A study on the wear characteristics of the white metal(Sn-base alloy) bearing as a function of particle contamination level was conducted in order to establish control criteria of the lubricant in the 2-stroke marine diesel engine. Particle contamination level of the lubricants ranged from NAS 10 to 12 for the experiments. Bar-on-plate type wear test was performed using reciprocating wear tester. Based on this study it was found that there was no noticeable difference in weight loss of the white metal for NAS10 and NAS11(particle contamination level). Surface roughness of the white metal bearing after the wear test of 8hrs for the highly contaminated lubricant(NAS12 level) was up to  $6\mu\text{m}$  in Rmax whilst that of the less contaminated lubricants(NAS10 & 11) was less than  $1.5\mu\text{m}$  in Rmax.

**Key words** : Marine engine, Lubrication oil, Particle, Bearing, Contamination

### 1. 서론

선박의 운항에 있어서 가장 중요한 역할을 하는 부분은 선박의 엔진이라 할 수 있다. 이와 같이 중요한 엔진의 원활한 운전 을 위해서는 양질의 윤활유를 사용하는 것이 상당히 중요하다. 엔진의 원활한 윤활을 유지하고 각 구동부의 마모 상태를 효과 적으로 통제하고 관리하기 위해서는 일반적으로 오일의 이화학 적 성상 관리와 함께 입자 오염도에 대한 기준을 정립하여 관리 하고 있다. 현재 선박용 디젤엔진 윤활유의 입자오염도 관리의 기준으로 채택하고 있는 것은 ISO4406, ISO11171 또는 NAS1638 기준을 적용하고 있다. 그러나 이와 같은 기준은 선박 용 엔진관리를 위해 정립한 것이 아니라 유압 작동유나 항공기 등의 유지 관리를 위해 채택된 것이라 할 수 있다.

따라서 본 논문에서는 현재 선박용 엔진의 시스템 오일에도 적용되고 있는 ISO 입자 오염도 관리 기준이나 NAS 입자 오염 도 관리 기준의 적절성을 평가 하고 향후 선박용 엔진의 특성에 맞는 적절한 시스템 오일의 입자 오염도 관리 기준을 제시하고 정립하기 위한 기초 자료를 얻고자 하였다.

### 2. 실험 방법

마모 시험은 왕복동식 고속 마찰/마모 시험기를 사용하였으며, 고정 시편은 Sn 88%로 구성된 화이트 메탈 재질의 plate에 이동 시편으로 마모 시험용 표준 bar(BS 1804)를 사용하였다. 시험 방식은 시편이 오일에 완전히 침지된 상태에서의 "bar-on-plate" 방식이었으며, 시험조건은 Table 1에 나타내 었다. 오일은 오일의 입자 오염도에 따른 영향을 시험하기 위 해서 신유와 함께 실제 엔진에 사용되고 있는 입자 오염도가 다 른 3가지 오일을 채취하여 각각의 오일에 대해 베어링 마모 특 성을 평가 하였으며 Table 2에 각 오일에 대한 입자 오염도를 정립하였다.

Table 1 마찰/마모 시험 조건

항목	시험조건
온도	55°C
하중	60N
왕복거리 및 속도	15mm, 10Hz
시간	4 Hr, 8Hr

Table 2 실험에 사용한 윤활유의 입자 오염도 분석 결과

구분	입자오염도		입자 크기별 개수 (NAS 기준, 개/ml)			
	NAS	ISO	5~15	15~25	25~50	50~100
NEW	11	19/12	5,892	22	5	3
LO#1	10	18/14	2,268	89	17	2
LO#2	10	18/13	2,394	54	8	0
LO#3	12	23/16	43,271	460	590	2
관리 기준	10 이하	19/15 이하	2,560 이하	-	-	-

### 3. 연구결과 및 토론

#### 3.1 마모감량 평가

입자 오염도가 다른 오일에 대한 시편의 마모 감량은 초기 시편 무게와 마모 실험 후 시편의 무게 차를 이용하여 평가하였 으며, 각 오일에 대해 5회 반복 실험을 실시한 후 각 조건에서 의 최대, 최소 값을 제외한 세 번의 실험 값을 평균하여 평가

+ 안용희(현대중공업 산업기술연구소), E-mail: bioteam@hhi.co.kr, Tel: 052)230-5513

++ 김대영(현대중공업 산업기술연구소), E-mail: dykim2000@hhi.co.kr, Tel: 052)230-5512

+++ 김은철 (현대중공업 엔진사업본부) Tel: 052)230-6202

++++ 박득진 (현대중공업 엔진사업본부) Tel: 052)230-7338

하였다. Fig.1에서 보여 주듯이 마모량은 NAS10이나 NAS11인 경우에는 유사하며 오염도가 가장 큰 NAS12인 경우에는 오히려 마모량이 감소되었다. NAS12에 대한 시험 결과에 따른 상세 분석은 현재 진행 중이다.

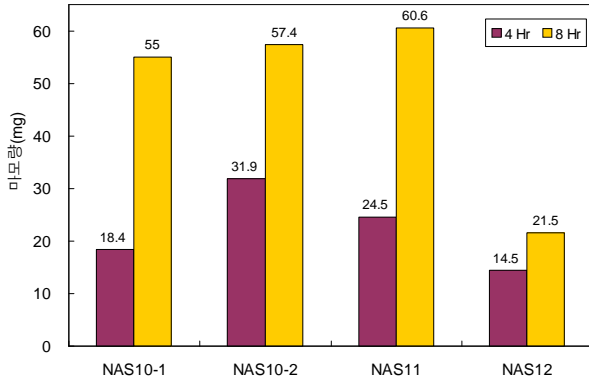


Fig. 1 각 오일에 대한 평균 마모 감량

### 3.2 표면 손상 정도에 의한 평가

마모 실험 후 베어링 시편에 대한 표면 조도를 측정하여 Table 3에 정리하였으며, 이를 Fig.2에 도식화 하였다. Fig.2에서 보는 바와 같이 8시간 마모 시험 후에도 NAS 11등급까지는 표면 손상 깊이의 증가가 거의 없으나 입자 오염도가 NAS 12 등급일 때 마모 손상 깊이가 6 $\mu$ m 수준으로 급격하게 증가하는 것을 알 수 있다.

이상의 시험 결과를 토대로 현재 적용 중인 오일의 오염도 관리 기준을 하향 조정할 필요가 있다. 즉, 2행정 박용 기관에서의 윤활유(LO) 관리 기준을 NAS10에서 NAS11로 변경하여야 한다.

Table 3. 입자 오염도에 따른 마모 시편에 대한 표면 조도 측정 결과

구분	오염도 (NAS)	마모시험 후 조도( $R_{max}$ , $\mu$ m)							
		4 Hr 마모 후				8 Hr 마모 후			
		1회	2회	3회	평균	1회	2회	3회	평균
NEW	11	0.9	1	0.9	<b>0.9</b>	1.1	1.4	1	<b>1.2</b>
LO#1	10	1.1	1.6	1.9	<b>1.5</b>	1.2	1.4	0.8	<b>1.1</b>
LO#2	10	1.3	1.2	1	<b>1.2</b>	0.8	2	1.3	<b>1.4</b>
LO#3	12	2.3	1.9	1.9	<b>2.0</b>	6.2	5.7	5.3	<b>5.7</b>

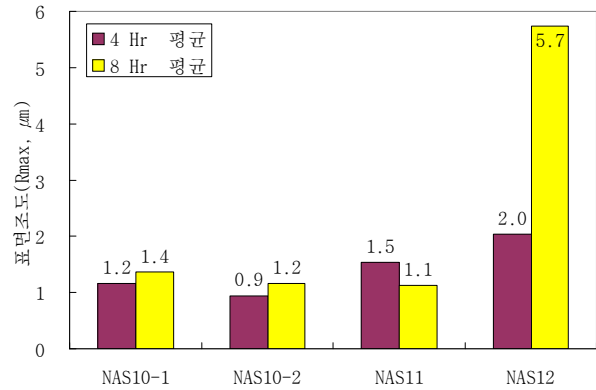


Fig. 2 마모 시편의 평균 조도

## 4. 결 론

시스템 오일의 입자 오염도가 베어링의 마모 특성에 미치는 영향을 파악하기 위해 신유와 함께 현재 실제 엔진에 사용 중인 시스템 오일에 대해 입자 오염도가 다른 3가지 오일을 채취하여 각 오일에 대한 마모 실험 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 저속 2행정 박용 엔진 시스템 오일의 입자 오염도 변화 (NAS 10 ~ 12 등급)에 따른 마모 무게 감량은 NAS11까지는 차이가 없다.

2) 마모 시간에 따른 베어링 표면 손상 정도를 보면 입자 오염도가 NAS 10 등급에서 NAS 11등급까지는 표면 손상 깊이의 증가가 거의 없으나 입자오염도가 NAS 12등급일 때 마모 손상 깊이가 6 $\mu$ m 수준으로 급격하게 증가하는 것을 알 수 있다.

## 참고문헌

[1] ISO 4406, "Hydraulic fluid power-Fluids-Method for coding the level of contamination by solid particles", 1999