

# 해수 유힬에 의한 축계 베어링의 설계

대동 인터내셔널  
이 종 만

## 1. 머리말

플라스틱은 새로운 역사안에 있다. 금속재료는 인류의 문명에 특기되어 있는 청동기 시대에 근원을 두고 수천년의 긴기간에 걸쳐서 연구되고 개량되어온 것이다. 반면 플라스틱은 100여년을 경과한 정도이지만 일용품, 가정용품은 고사하고 전기재료, 기계재료, 건축재료 등의 공업재료에까지 사용되는 소위 엔지니어링 플라스틱의 개발로 점차 그 용도가 급속히 확산되고 있다. 특히 내구성, 내마모성, 내열성을 지닌 엔지니어링 플라스틱의 조선분야에의 적용은 필연적이라 할 수 있으며, 이에 최근 국내는 물론 전세계적으로 각광을 받고 있는 영국 ORKOT사 제품인 TLM MARINE베어링의 특성에 대한 소개 및 설계방법을 소개하고자 한다.

## 2. TLM MARINE 베어링의 특성

### 2.1 TLM MARINE의 재질 특성 및 타재료와의 비교

TLM MARINE은 열경화성 수지를 열처리된 합성 섬유로 강화시킨 물리적, 화학적, 기계적인 성질이 뛰어나며, 스테인리스에 비해 무게당 강도가 2배가 된다. 특히 축계베어링으로서 기존의 화이트 메탈 또는 리그넘 화이트 등에 비해 월등한 수명을 보임으로서 유지 보수 비용 절감 효과가 크다. 대략적인 특성을 살펴보면 아래와 같다.

- 재료에 가까운 흡수율 : 약 0.1%
- 높은 압축 강도
- 높은 충격 강도
- 고체 윤활제로 강화된 낮은 마찰 계수
- 산을 포함 모든 유체가 윤활제로 사용 가능
- 기계가공의 용이하며 독성이 없다.

재질별 특성 비교

종 류	LIGNUM	PHENOIC RESIN	THORDON XL	ORKOT TLM MARMNE
인장강도(kg/cm <sup>2</sup> )	-	355.0	351.5	613.6
동마찰 계수	0.22	0.44	0.22	0.18
충격강도 (cm kg/cm)	-	21.6	16.7	54.4 이상
흡수율(%)	3.0	1.6	1.3	0.1

성 질 \ 종류	LIGNUM VITAE	PHENOLIC RESIN	THORDON XL	ORKOT TLM MARKNE
장 점	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 가공, 취부가 쉽다.</li> <li>○ 내부식성 양호</li> <li>○ 자체 윤활성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 높은 경도</li> <li>○ 재질이 일정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 내 마모성 (LIGNUM VITAE의 3배)</li> <li>○ 재질이 균일</li> <li>○ 내화학성 양호</li> <li>○ 높은 부하에 견딘다</li> <li>○ 자체 윤활성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 내 마모성 (LIGNUM VITAE의 3배)</li> <li>○ 재질이 균일</li> <li>○ 내화학성 양호</li> <li>○ 높은 부하에 견딘다</li> <li>○ 자체 윤활성</li> <li>○ 가공이 용이</li> </ul>
단 점	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 산지, 수령에 따라 재질의 차이가 많다</li> <li>○ 모래, 오물 등에 의한 마모가 심하다</li> <li>○ 하중, 부담능력 부족</li> <li>○ 공급이 점차 어려워진다</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ ASBESTOS성분이 있어 인체에 해롭다 (가공 기피)</li> <li>○ 마모율이 크다</li> <li>○ 깨지기 쉽다</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 열에 약하며 민감</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 열에 약하다</li> </ul>

## 2.2 TLM MARINE 적용 범위

### 수 중

- 프로펠러 샤프트 선미관 베어링
- 타게 베어링
- 고정형 또는 접이형 스테빌라이저베어링
- 바우 쓰러스터
- 스페리컬 베어링 등

### 잠수함

- 조타기 베어링
- 잠망경용 베어링
- 무기 조작용 장비의 베어링 등

### 갑판정비

- 해치 커버 마모판
- 훼어 리드용 베어링
- 다빋 베어링
- 선미 롤러 베어링
- 윈치 및 윈드리스 베어링
- 폴리 베어링
- 도어 베어링 등

### 일반적인 적용

- 물 또는 연료 공급용 펌프 베어링 및

### 케이싱 링

### 수력 터빈 베어링 등

## 3. 축계 베어링의 설계

축계 베어링의 종류는 축의 회전 속도에 따라 다음과 같이 적용한다.

- 2홈형 베어링(Twin groove bearing) : 고속형
- 다홈형 베어링(Multi groove bearing) : 중/저속형

상기 회전 속도는 분당 25미터로서 회전 속도는 샤프트 지름×원주율×회전수이다.

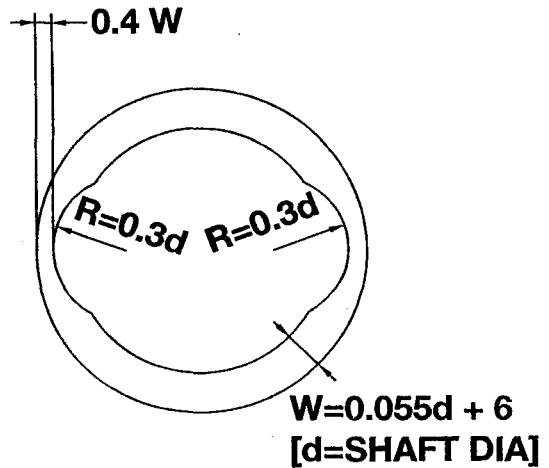
### 3.1 1홈형 베어링

본 베어링은 축의 회전속도가 최저 25미터 이상인 중/고속 선박의 경우 적용되며, 베어링 내벽에 두개의 대형 홈을 두어 축과 베어링 사이에 해수에 의한 수막을 형성시킴으로써 마찰 계수를 낮추어 마모량을 줄이도록 한다.

### 3.2 다홈형 베어링

본 베어링은 베어링 내벽에 동일 크기의 여러개의 홈을 만들어 축의 회전시 발생하는 열을 식혀주고 해수에 포함된 부유물들을 내보내는 통로가 된다.

설계기준은 샤프트의 크기에 따라 홈의 수를 결정하고 간섭량/틈새 및 홈의 크기 등도 아울러 결정한다. (표 1) 여기에서 주의할 점은 샤프트의 회전을 원활히 하기 위하여 맨 아래쪽 (6시 방향) 홈은 만들지 않는다.



### 3.3 설 계

#### 3.3.1 2홈형 베어링

2홈형 베어링의 설계는 다홈형에 비하여 매우 단순하며 아래 그림을 참조하면 간단히 설계가 가능하다.

#### 3.3.2 다홈형 베어링

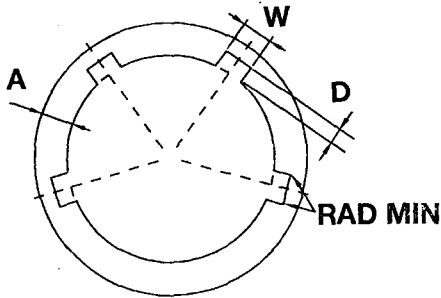
다홈형 베어링의 경우는 샤프트의 트기에 따라 베어링의 두께, 홈의 수 등을 결정하여야 하며 이 경우 다음의 표1을 이용한다.

### 3-4. 베어링 길이

베어링의 길이는 샤프트 사이즈의 2배이던 가능하다.

표1 다홈형 베어링의 설계기준

샤프트 사이즈 mm	A 최 소 두 겜	B 최 소 간섭량	C 샤프트 최소틈새	홈 수	홈 간 도	W 홈 크 기	D 홈 의 길 이
30 - 60	8	0.15	0.30	4	72.0	8	4
61 - 100	9	0.22	0.41	5	60.0	8	4
101 - 150	10	0.34	0.52	6	51.4	10	6
151 - 200	12	0.43	0.63	7	45.0	10	6
201 - 250	14	0.56	0.74	8	40.0	12	7
251 - 300	14	0.70	0.85	9	36.0	12	7
301 - 350	16	0.84	0.96	10	32.7	14	8
351 - 400	16	0.97	1.07	11	30.0	14	8
401 - 450	20	1.11	1.18	12	27.7	16	10
451 - 500	20	1.25	1.29	13	25.7	16	10
501 - 550	22	1.40	1.40	14	24.0	18	11
551 - 600	22	1.50	1.51	15	22.5	18	11



50mm 샤프트의 베어링 예  
(6시 방향 홈 없음)  
: 내/외경 모따기 -3mm×30

다음은 다홈 베어링의 설계계산 적용 예이다.

하우징 사이즈	: 310/310.1mm
샤프트 사이즈	: 260/259.95mm
베어링 온도	: 0℃
최소 베어링 틈새	: 0.85

표2 기계가공공차

샤프트 사이즈	가공 공차
0 ~ 100mm	0.1mm
101 ~ 300mm	0.15mm
301 ~ 500mm	0.2mm
501 ~ 900mm	0.25mm

- (A) 최대하우징 사이즈 + 최소 간섭량 (표 1 참조) = 최소 베어링 외경  
 $310.1 + 0.84 = 310.94$
- (B) 최소 하우징 사이즈 + 기계 가공 공차 (표 2 참조) = 최대 베어링 외경  
 $310.94 + 0.2 = 311.14$
- (C) 최대 샤프트 사이즈 + (최대 베어링 외경(B) - 최소 하우징 사이즈) + 최소 틈새 (표 1 참조) = 최대 베어링 내경  
 $310.94 + [311.14 - 310] + 0.85 = 261.99$
- (D) 최소 베어링 내역(C) + 기계 가공 공차 (표 2 참조) = 최대 베어링 내경  
 $261.99 + 0.2 = 262.19$
- (E) 최소 베어링 내경(C) + (최대 베어링 외경(B) - 최고 하우징 사이즈) = 최소 베어링 내경 (정착후)  
 $261.99 - [311.14 - 310] = 261.35$
- (F) 최대 베어링 내경(D) - (최소 베어링 외경(A) - 최대 하우징 사이즈) = 최대 베어링 내경 (정착후)  
 $262.19 - [310.94 - 310.1] = 261.35$
- (G) 정착후 최소 베어링 내경(E) - 최대 샤프트 사이즈 = 정착후 최소 틈새  
 $260.85 - 260 = 0.85$
- (H) 정착후 최대 베어링 내경(F) - 최소 샤프트 사이즈 = 정착후 최대 틈해  
 $261.35 - 259.95 = 1.4$

\* 정착후 최소틈새(G) 값이 (C)항의 틈새 수치와 일치하면 계산과정에 오류가 있다.

#### 4. 베어링의 장착 방법

베어링은 원통형 또는 두개의 대칭 반원형으로 가공되어 장착된다.

원통형의 경우 통상 억지 끼워 맞춤을 하며 그 방법은 프레스로 강제 압입 시키거나 냉각 수축압입 방법을 사용한다. 또한 한개 이상의 베어링을 동일 샤프트에 장착시킬 경우 베어링내의 홈의 위치가 일치되도록 주의를 기울여야 한다. 반원형의 경우도 억지 끼워 맞춤이나 고정 판을 사용하여 장착한다.

#### 5. 샤프트의 조건

샤프트는 기존의 사용중에 재질이면 가능하며, 표면 조도가  $0.8\mu$  또는  $32\mu$  RA이하인

경우 베어링의 마모가 적어 수명이 길어진다.

#### 6. 맺음말

향후 많은 부분의 베어링이 플라스틱으로 대체될 것으로 예상되며, 특히 애수, 화학물질 등의 사용으로 부식이 심한 부분, 베어링 자주 교체해야하는 부분 등에는 더욱 이의 활용이 증대될 것이다. 더욱이 플라스틱분야의 발전은 테프론을 이용한 완전 무급유 베어링의 개발까지 이어져 청동, 인청동, 화이트 메탈 등을 완벽하게 대체 할 것이다. 따라서 향후 모든 제품의 설계시 이의 적용이 적극 고려될 것으로 사료되며, 이러한 관점에서 본 내용이 국내 조선업계의 품질향상 및 수익성 재고에 일조가 되기를 바란다.

## 간 칩 신고

간	칩	: 최고 1억원
간	칩 선	: 최고 1억 5,000만원
좌의사범		: 최고 3,000만원

- 국가안전기획부 대공상담소  
서울 ☎ 273-1113
- 경찰서, 지·파출소  
전국 ☎ 113

## 국 가 안 전 기 획 부