

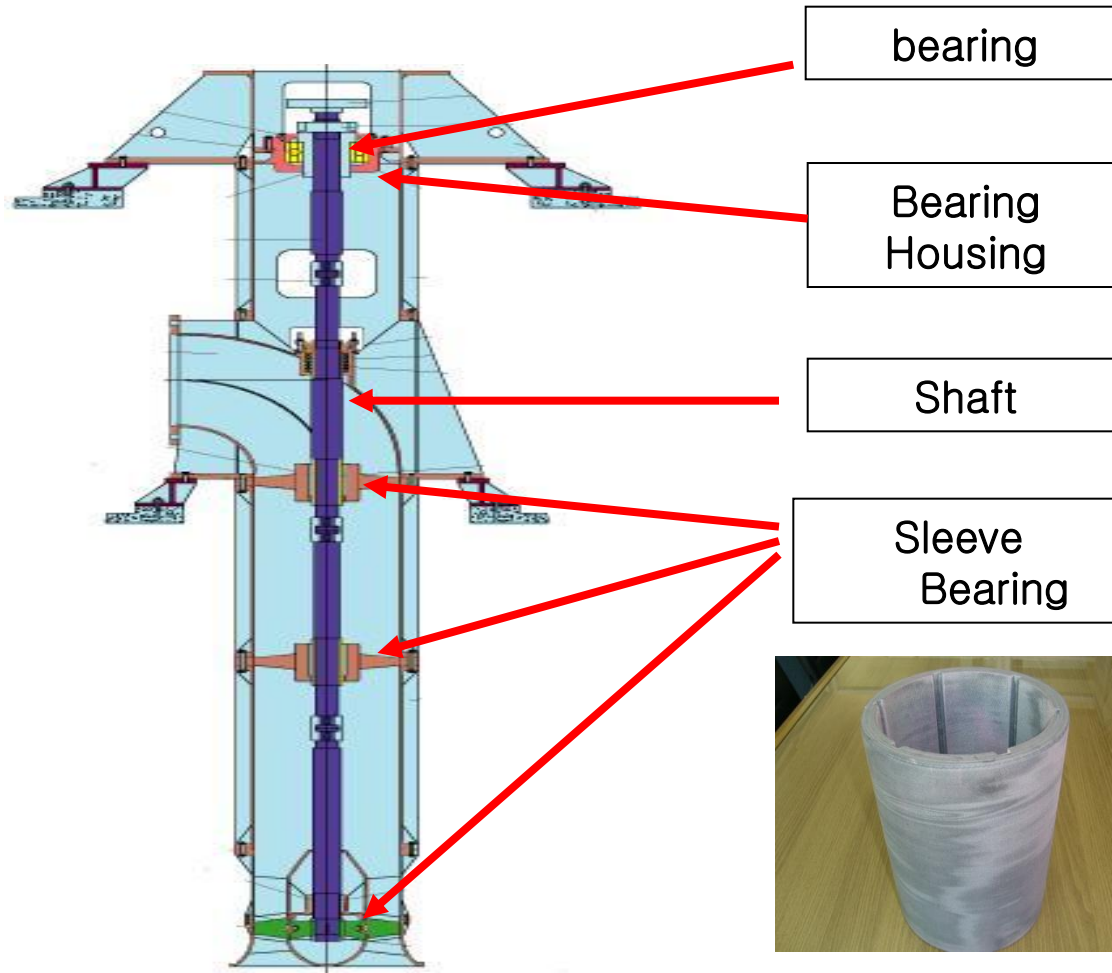
LUNA[®] #15GR Pump Bearing

기술 시방서



(주) 아이패스

1. PUMP용 베어링 형상 및 기능



2. Pump Bearing의 LUNA[®] #15GR Bearing 복합 소재

가. 성분

기본재료는 해수를 포함한 물이나 각종 화학 약품 등에서 안정성을 보여주는 폴리에스터섬유 및 뛰어난 내 마모성과 적당한 탄성을 가진 선택된 폴리에스터수지를 사용 하였고, 또한 원재료간의 각종 성질을 조화시켜 완성소재의 완벽한 특질을 창조해내는데 도움을 주는 다양한 종류의 첨가제는 고도의 정밀성을 요하는 것으로 현격한 질적 향상을 가능하게 하고 있습니다.

나. 특 징

기존의 단일소재들의 단점을 없애고 기본 원재료의 장점만을 살리는 복합소재의 결정체입니다. 즉, 수지의 부드러움과 미끄럼 성 등의 장점과, 조직적이고 탄력적인 섬유의 장점이 결합된 첨단의 엔지니어링 복합소재입니다.

다. 장 점

LUNA[®] #15GR제품은 균일한 고체 윤활제의 함유로 DRY운전조건 하에서 뛰어난 내마모성을 발휘하고, 해수에서 부풀어짐이 없고, 열팽창계수가 낮아 제품 사용 온도 변화에 대한 치수 안정성이 뛰어나다.

3. LUNA[®] #15GR Bearing Material Properties

항 목		LUNA 15GR	AR 1	ACM	FEROFORM	Thordon
성 형 방 법		진공 성형	공기중 성형	공기중 성형	공기중 성형	공기중 성형
비 중		1.29 g/cc	2.0 g/cc	1.3 g/cc	1.34g/cc	1.16 g/cc
압축강도 및 압축탄성계수	압축강도	230 Mpa		442 Mpa	250Mpa	95 Mpa
	압축응력		960 MPa	-		-
압 축 항 복 강 도			19 MPa			
인장강도 및 인장응력	인장강도	56 Mpa	16 MPa	60 Mpa	80Mpa	37.5MPa
	인장응력	4.09GPa				0.6GPa
인 장 탄 성 계 수			1,140 MPa			
전단강도	In-Plane	70MPa		100 Mpa	70Mpa	32.7 MPa
	겉보기층간	-		-		-
굴 곡 강 도		85.8 MPa	19 MPa	69 Mpa		-
굴 곡 탄 성 계 수			1,080 MPa			
경 도		90(HRM)	65(Shore D)	100(HRM)	25(Brinell)=80(HRM)	67(HRM)
충 격 강 도		50KJ/m ²		20 IZOD	35KJ/m ²	6.0ft-lbp/in(35.4cm-kg/cm)
마찰계수		0.13		0.12 ~ 0.15	0.08 ~ 0.16	0.25 ~ 0.35
열팽창 계수 (-10 ~ 25°C)		5.5~8.1×10 ⁻⁵ /°C	10.8×10 ⁻⁵ /°C	9~10×10 ⁻⁵ /°C	4.5~5×10 ⁻⁵ /°C	21.1×10 ⁻⁵ /°C
사용가능 온도범위		-60 ~ 140°C	16 ~ 49°C	-200 ~ 130°C	~100°C	-60 ~ 107°C
수중 부풀림	20°C 물속 30일	0.1 %		0.1 %	0.5%	1.3 %
	60°C 물속 30일	0.53 %		0.48 %	1.0% (at 80°C)	2.0 %
마모율	건 조	0.2 %				0.5 %
	습 윤	0.135 %		0.286 %		0.66 %

4. LUNA® #15GR Bearing 복합소재의 특성

가. 낮은 열팽창계수

1) 열팽창계수

층의 수직	$8.1 * 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$
층의 수평	$5.7 * 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$

2) 겨울과 여름의 온도차이에 펌프 회전축 Clearance 변화량이 작다.

나. 높은 내열성 및 내저온성

1) 최고사용 온도 150 °C

2) 최저 사용온도 -60 °C

다. 고 내면압의 복합소재

LUNA® #15GR Pump Bearing의 면압은 15 N/mm²까지 적용됨.
본 Grade는 Pump Bearing외에 여러 제품에 폭넓게 사용되며,
특히 고하중에 적합한 베어링제로서 컨테이너선의 Support Pad,
선박용 Wire Bearing, 교량받침 Bearing등 고면압 베어링에도 적합함.

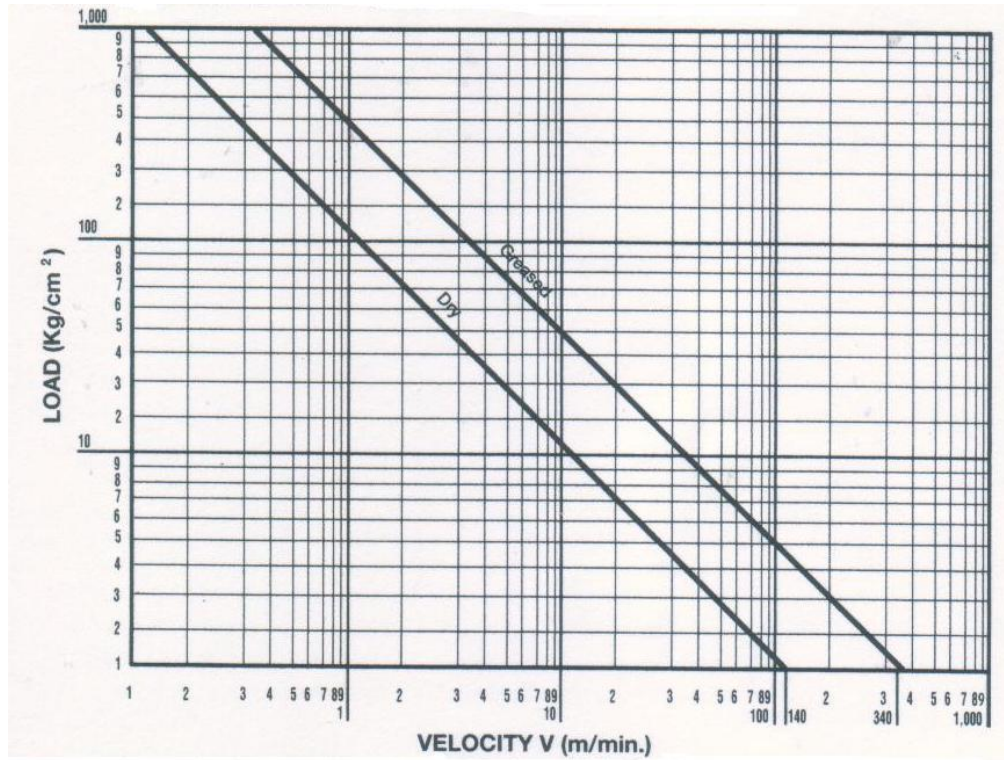
5. LUNA[®] #15GR 적용 기능적 특성

가. LUNA[®] #15GR 복합소재의 PV 한계값

1) PV 한계값이란

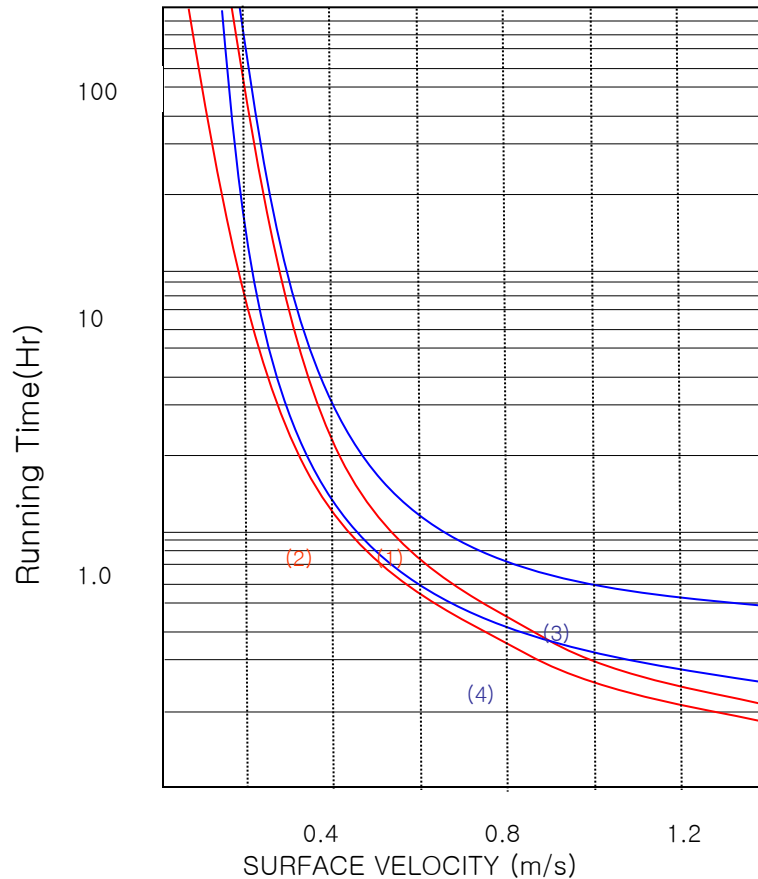
축의 회전속도(m/min) 대비 적정 부하 량(kg/cm²)를 나타내는 곡선으로 재질의 성능 및 윤활방법 선택의 참고 지표임

2) LUNA[®] #15GR PV 곡선



Material : LUNA [®] #15GR	
무급유	100 kg/cm ² * m/min.
윤활 (Oil , Grease)	150 kg/cm ² * m/min.

나. LUNA® #15GR 복합소재 대비 “T”社 PVT 비교
PVT 비교시험 Data



- (1) T社 0.73 MPa (7.5 kg/cm²)
- (2) T社 1.15 MPa (11.7 kg/cm²)
- (3) LUNA #15GR 0.73 MPa (7.5 kg/cm²)
- (4) LUNA #15GR 1.15 MPa (11.7 kg/cm²)

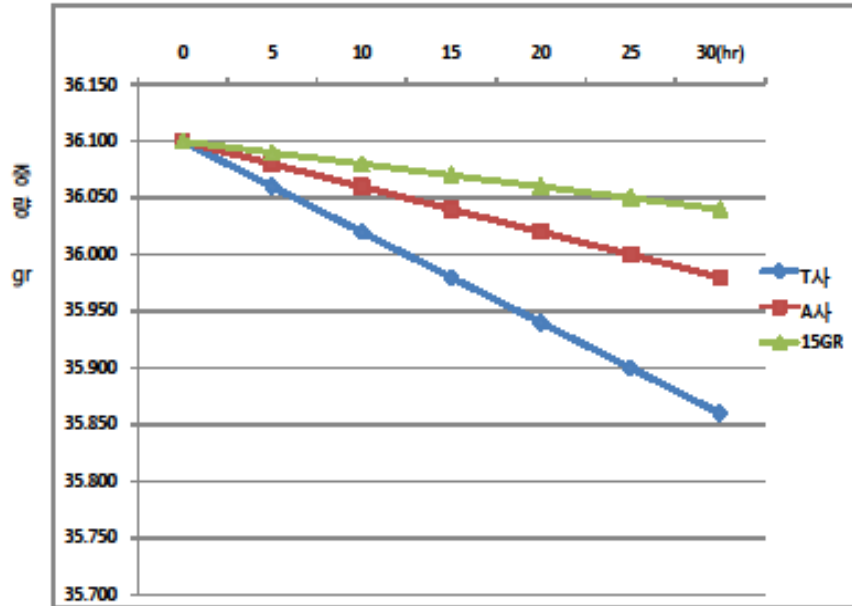


자체 개발 시험 설비

- 기준온도 : 82℃
- Lubrication : Dry

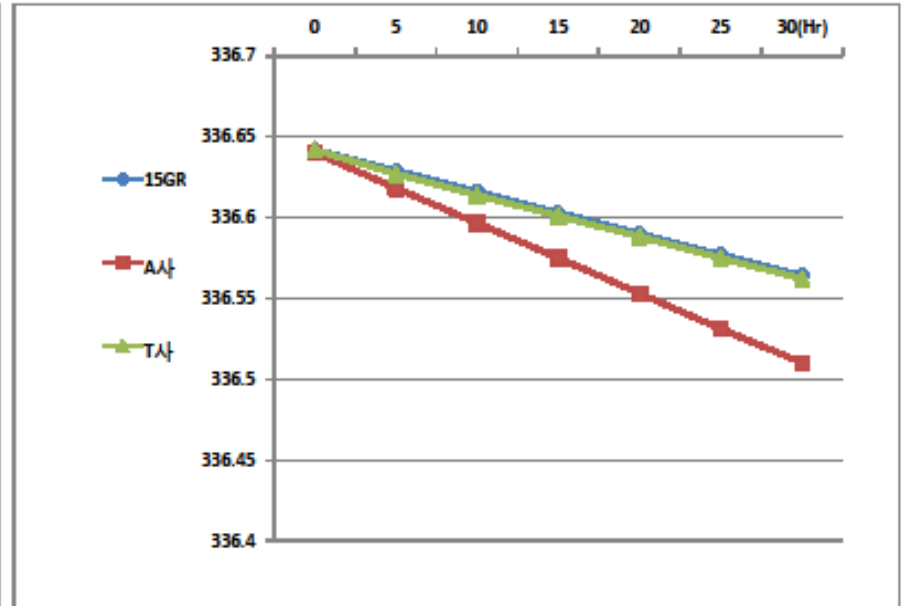
다. 슬리브 및 베어링 마모도 비교 테스트 결과

수중베어링 마모시험



- Test condition
- Lubrication : Lub water supplied
- Surface pressure : 5 kg/cm² - Diameter of shaft : 100mm
- Sliding velocity : 0.89m/s - Test time : 30 Hours
- 베어링 마모율 : T사(0.66%), A사(0.286%), LUNA-15GR(0.135%)

SLEEVE 마모시험



- Test condition
- Lubrication : Lub water supplied
- Surface pressure : 5 kg/cm² - Diameter of shaft : 100mm
- Sliding velocity : 0.89m/s - Test time : 30 Hours
- 슬리브 마모율 : T사(0.027%), A사(0.039%), LUNA-15GR(0.027%)

라. LUNA® #15GR 복합소재의 Water Swelling

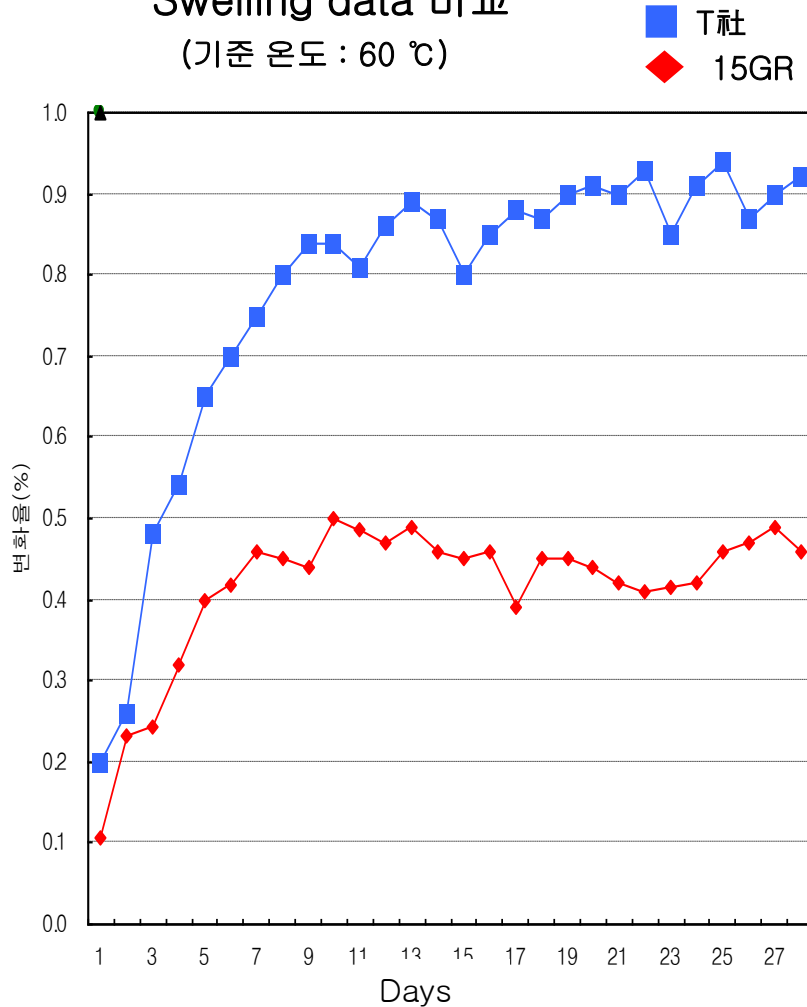
특히 고온 및 저온의 물에 의한 팽창율(Water Swell) 차이가 적다.

condition		Sample 1	Sample 2	Sample 3	Sample 4	Sample 5	AVG.	swelling %
		volume (cm ³)	volume (cm ³)	volume (cm ³)	volume (cm ³)	volume (cm ³)		
20℃ in sea water	M.V (Start)	60.55	60.55	60.28	60.84	60.61	60.57	0.13
	M.V (End)	60.65	60.63	60.37	60.90	60.67	60.64	
80℃ in sea water	M.V (Start)	60.57	60.47	60.65	60.55	60.39	60.53	2.59
	M.V (End)	62.13	62.17	62.20	62.11	61.87	62.10	
20℃ in Oil	M.V (Start)	60.37	60.53	59.85	60.65	60.41	60.36	0.09
	M.V (End)	60.45	60.61	59.89	60.74	60.42	60.42	
80℃ in Oil	M.V (Start)	60.33	60.17	60.28	60.48	60.76	60.40	1.38
	M.V (End)	61.24	61.12	61.15	61.16	61.52	61.24	

사용 Oil : ASTM No.3, 시험기간 30일

마. LUNA® #15GR 복합소재 대비 T社와 Swelling 비교

Swelling data 비교
(기준 온도 : 60 °C)



인공 바닷물 조성표 (l 당)

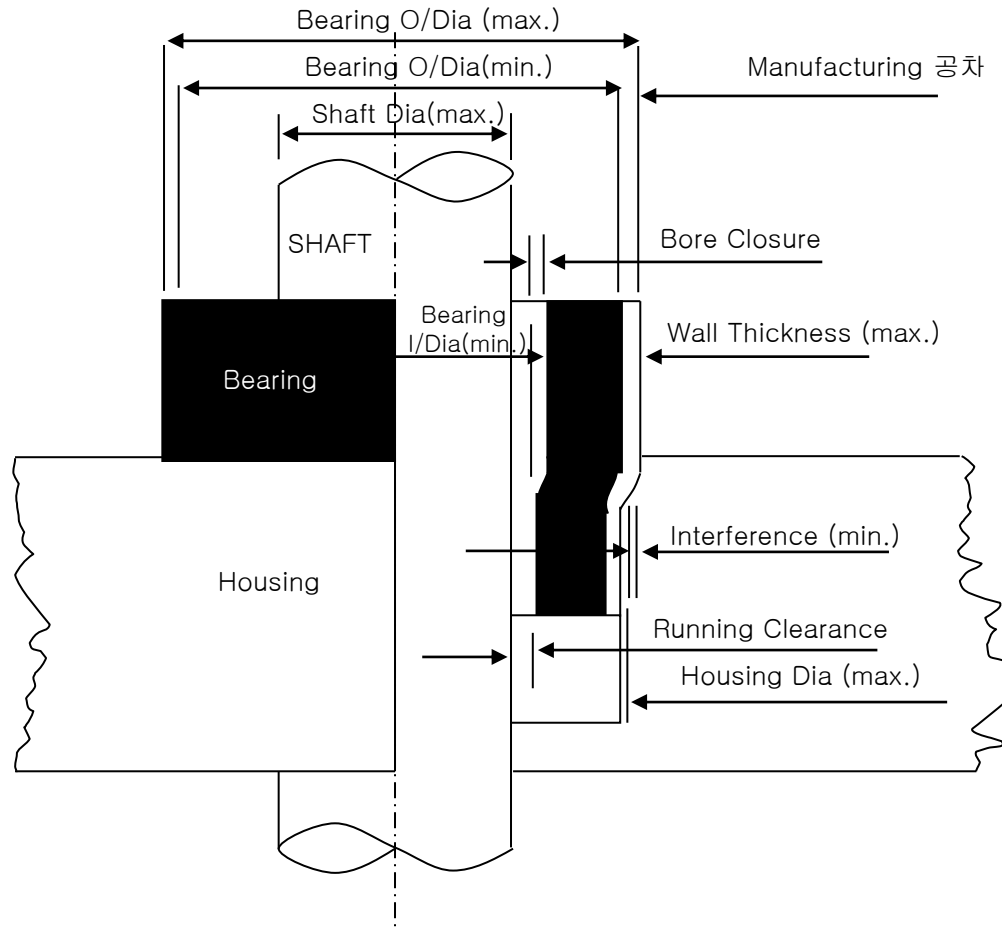
성분	조성
NaCl(소듐 클로라이드)	24.50g
Na ₂ SO ₄ (소듐 설페이트)	4.09g
MgCl ₂ 6H ₂ O(마그네슘 클로라이드)	111.12g
CaCl ₂ (칼슘 클로라이드)	11.58g
SrCl ₂ 6H ₂ O(스트론튬 클로라이드)	0.42g
KCl(포타슘 클로라이드)	13.90g
NaHCO ₃ (소듐 클로라이드)	4.02g
KBr(포타슘 브로마이드)	2.00g
H ₃ BO ₃ (볼릿 에시드)	0.54g
NaF(소듐 플로라이드)	0.06g



시험 설비

6. LUNA[®] #15GR Pump 베어링 설계

가. LUNA[®] #15GR Bearing 조립 구조도



나. LUNA[®] #15GR Bearing 세부설계

ㄱ. 베어링 치수 설계표

구분	설계 인자	계산 방법
Bearing Outside Diameter (외 경)	- Interference (억지끼움)	- 최소 외경 = Housing (max.) + Interference - 최대 외경 = 최소 외경 + 기계가공 공차
Bearing Inside Diameter (내 경)	- Bore closure factor (외경 억지끼움 대비 내경 줄임량) - Running clearance(구동 틈) - Thermal Expansion Volume(열팽창 량) - Swelling Volume(물 흡수 변화 량)	- 최소 내경 = Shaft Dia (max.) + Bore closure + Running clearance + Thermal Expansion Volume + Swelling Volume - 최대 내경 = 최소 내경 + 기계가공 공차
Bearing Length (길이)	- Shaft Dia	- 최초 설계의 경우 직경대비 길이는 1.2 배부터 1.4 배까지 적용 가능하며 표준은 1.2 배 수준 권장 - Housing의 길이가 정해져 있을 경우 Bearing Length = Housing Length - Thermal Expansion - Swelling
Bearing Thick(두께)	- Shaft Dia	- 0.04 x 축의 직경 + 4mm

ㄴ. LUNA® #15GR Bearing의 외경 설계(OD)

⇒ LUNA® #15GR Bearing의 외경
= Housing (max.)
+ Interference

ㄷ. LUNA® #15GR Bearing의 길이 설계 (Length)

⇒ Bearing Length
= Housing Length
- Thermal Expansion
- Swelling

ㄹ. LUNA® #15GR Bearing의 두께(Thickness) 설계

⇒ Bearing thickness
= 0.04x축의 직경
+ 4mm

□. LUNA® #15GR Bearing의 내경 설계

⇒ LUNA® #15GR Bearing의 내경 (ID)=

+ 표준 Running Clearance (구동 틈)

+ BORE CLOSURE

+ LUNA #15GR 의 Thermal Expansion Volume(열팽창 량)

+ LUNA #15GR 의 Swelling Volume(물 흡수 변화 량)

1) 베어링의 억지끼움 (Interference)

- 모든 폴리머 베어링은 작동 중에 베어링을 지탱하기 위해 필요한 베어링 Housing과의 억지끼움(Interference)이 금속 베어링보다 더 크다.
 폴리머 베어링 원재료의 탄성계수가 금속보다 더 작기 때문이다.

- 억지끼움은 다음 공식에 의하여 계산된다.

$$\# \text{ 억지끼움(Interference) } = m \times \text{Housing I.D} + c$$

- 계산식에 사용된 "m"과 "c"의 측정값은 아래표에서 찾고, 이들 값들은 베어링의 최저사용 온도와 기계 가공시 주변 온도에 의거한다.

최저 사용 온도 (°C)	"m"의 값							최저사용 온도(°C)	"c"의 값
	가공 온도(°C)								
	0	5	10	15	20	25	30		
0	0.00131	0.00155	0.00178	0.00202	0.00225	0.00249	0.00273	0	-0.125
-10	0.00178	0.00202	0.00225	0.00249	0.00273	0.00296	0.00320	-10	-0.125
-20	0.00229	0.00253	0.00277	0.00300	0.00324	0.00347	0.00371	-20	-0.143
-30	0.00291	0.00311	0.00331	0.00351	0.00371	0.00398	0.00411	-30	-0.158

2) LUNA[®] #15GR Bearing의 BORE CLOSURE

⇒ BORE CLOSURE = 최소 interference x 1.17

3) LUNA[®] #15GR Bearing의 Running Clearance

⇒ Running Clearance = 0.0015 x 축의 직경

4) LUNA[®] #15GR 의 열팽창에 의한 치수 변화.

⇒ 열팽창에 의한 치수 변화량 = 베어링의 벽두께 X 2
X 열팽창계수(10×10^{-5})
X (최고사용온도(40℃) - 기계가공온도(20℃))

5) LUNA[®] #15GR 의 Swelling에 의한 치수 변화.

⇒ Swelling에 의한 치수 변화량 = 베어링의 벽두께 X 2
X Swelling(0.0048, 최고사용온도 40℃ 기준)

7. LUNA® #15GR Pump Bearing의 윤활

가. Groove 형 Pump Bearing

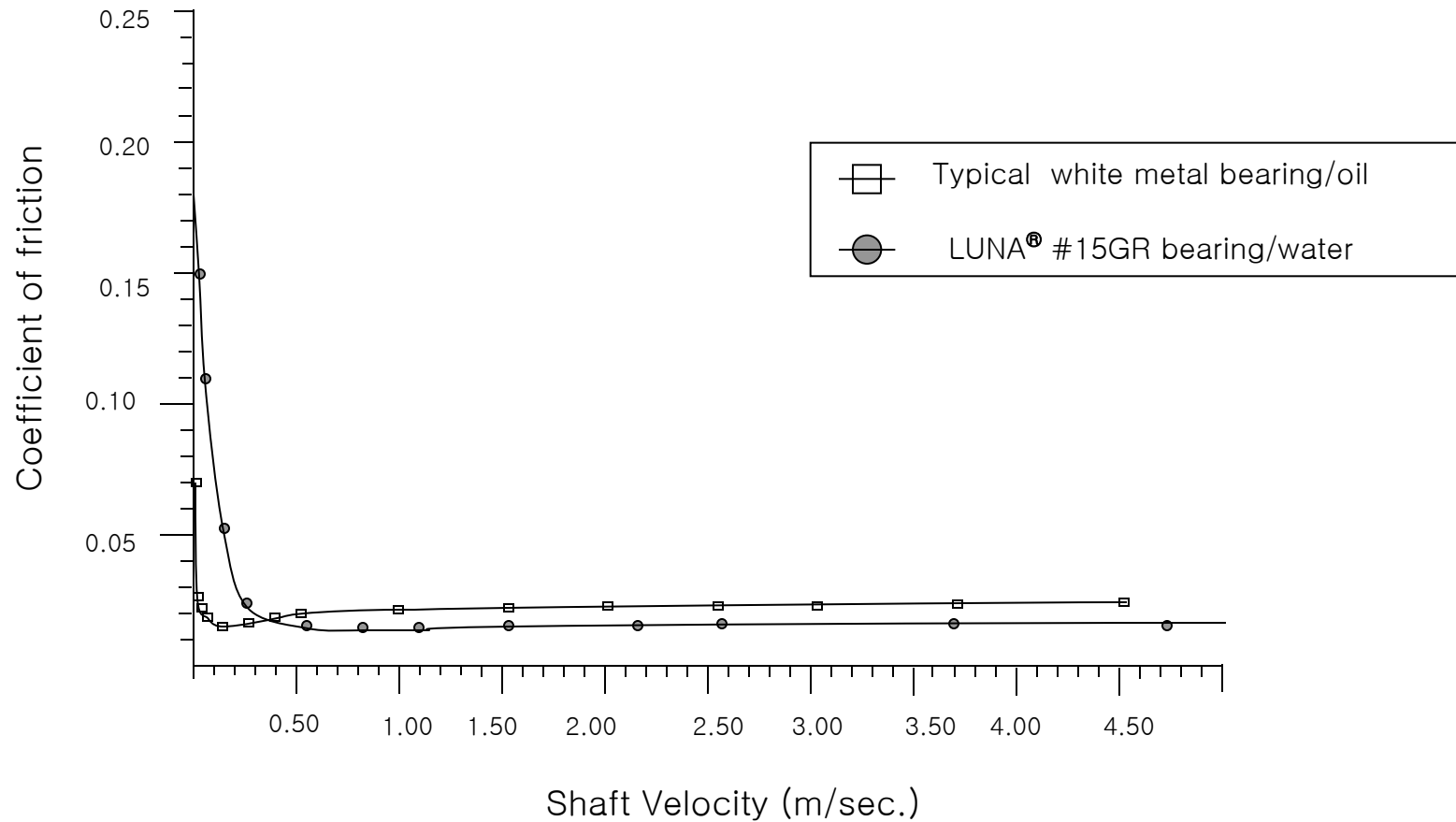
◆ Groove(홈)의 역할

유형	일자형 홈 (각형 및 원형)
냉각기능	수개의 일자형 홈에 물의 유입으로 냉각 기능이 우수함
윤활기능	수막의 형성으로 윤활 기능 강화
이물질 제거기능	축의 회전에 비래하여 홈내 물의 가속도로 이물질 제거

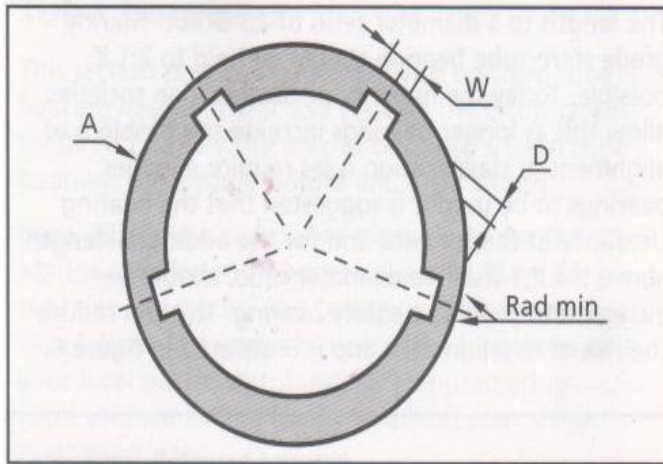
- ◆ 연속적 회전 부위에 사용된 LUNA® #15GR 베어링에는 윤활 및 냉각을 위한 물 공급이 필요하며, 필요한 물의 양은 다음과 같이 산출한다.

축경 1밀리미터당 1분간 0.15리터

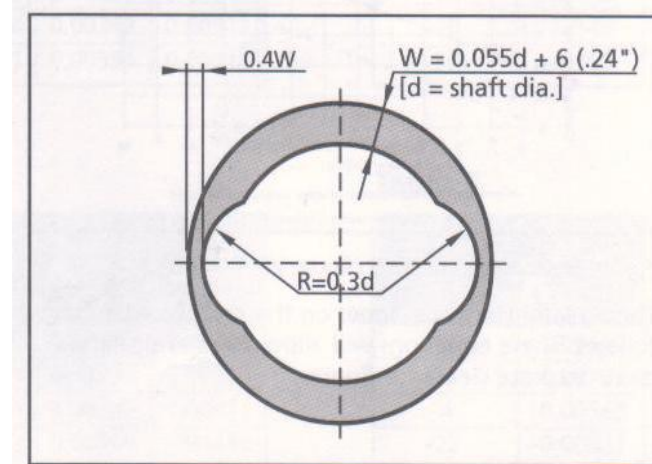
Typical oil/water Cross-over Friction Curve



나. Pump베어링의 일자형 GROOVE(홈)



(각형 Multi Groove Bearing)



(원형 Twin Groove Bearing)

◆각형 Multi Groove Bearing

전형적인 디자인은 물을 순환시키며, 베어링을 cooling시키고, 축과 베어링을 손상시키는 이물질 제거하는 같은 모양의 축방향 홈들이 있다. 이 디자인은 회전축의 속도가 높지 않는데 적합함.

◆원형 Twin Groove Bearing

두개의 큰 축방향 Groove가 있으며, 회전축의 속도가 광범위한 곳에서 우수한 유체역학 성능을 발휘함. 25m/min. 속도에서 좋은 성능을 얻을 수 있고, 이 디자인은 축 직경이 300mm이하인 곳에 적용됨.

다. Pump 베어링 Interference & Clearance , Groove 적용 도표

- 1) 회전축이 수평으로 설치될 경우 회전축의 내면압성을 강화하기 위해 축의 바닥 Groove를 생략 할 수 있음.
- 2) 벽의 두께는 최소치로 표기 하였음. O/D와 I/D에서의 면취량은 3mm x 30°.

◆ Multi Groove Bearings

축의 크기	벽의 두께 (최소) "A"	Min Interference B	Min Shaft Clearance B	홈의 수	홈의 각도	홈의 폭 "W"	홈의 깊이 "D"
	mm	mm	mm		각도	mm	mm
30-60	8	0.15	0.30	4	90	8	4
60-100	9	0.22	0.41	6	60	8	4
100-150	10	0.34	0.52	6	60	10	6
150-200	12	0.43	0.63	8	45	10	6
200-250	14	0.56	0.74	8	45	12	7
250-300	14	0.70	0.85	10	36	12	7
300-350	16	0.84	0.96	10	36	14	8
350-400	16	0.97	1.07	12	30	14	8
400-450	20	1.11	1.18	12	30	16	10
450-500	20	1.25	1.29	14	25.7	16	10
500-550	22	1.40	1.40	14	25.7	18	11
550-600	22	1.50	1.51	16	22.5	18	11

8. LUNA-15GR Pump Sleeve Bearing Calculation

DWG No. DJ-004		당진 5,6호기 SLP BRG		SPEC. OD325*ID260*500L	
루닉 보기	변수 입력	자동계산		추천계수	
Housing I/D Max(mm)	325.000	Shaft O/D Max(mm)	260.000	Machining Temp	15
				최저사용 온도 ℃	-20
Housing I/D Min(mm)	325.000	Shaft O/D Min(mm)	260.000	최고사용 온도 ℃	40
Housing Length	500	Bearing Length	497	Housing Lenth - (열팽창량+부풀림량)	
Interference, Max 최대 억지끼움 값	0.83	Clearance	running clearance	0.39	* Running Clearance = 0.0015 x 축의 직경
Interference, Min. 최소 억지끼움 값	0.83		열팽창량	0.16	(Bearing O/D-I/D)+열팽창계수(10*10-5)+ (최고사용온도-가공온도)
			부풀림량	0.31	(Bearing O/D-I/D) + 최고사용온도Swelling (0.0048)
			Bore closure	0.97	Interference *1.17

Interference=m+Housing ID+c								*m*값 및 최저사용온도를 선택 입력	
최저사용 온도 (℃)	*m*의 값							*m*의 값	0.003
	가공 온도 ℃							최저사용온도 (℃)	-0.143
	0	5	10	16	20	25	30	최저사용온 (℃)	*c*의 값
0	0.00131	0.00155	0.00178	0.00202	0.00226	0.0025	0.00273	0	-0.125
-10	0.00178	0.00202	0.00226	0.00249	0.00278	0.003	0.0032	-10	-0.125
-20	0.00229	0.00253	0.00277	0.003	0.00324	0.0035	0.00371	-20	-0.143
-30	0.00281	0.00311	0.00331	0.00351	0.00371	0.004	0.00411	-30	-0.158

기계가공허용공차 - 0	기계가공허용공차 + 0.07
Housing I/D Max + Interference Min	Bearing O/D Min(A)
325.000 + 0.832	325.832
Bearing O/D Min(A) + M/O Tolerance(O/D)	Bearing O/D Max(B)
325.832 + 0.070	325.902
Shaft O/D Max +running clearance+bore closure+열팽창량+swelling bolun	Bearing I/D Min(O)
260.000 + 0.390 + 0.978 + 0.168 + 0.312	261.838
Bearing I/D Min (O) + M/O Tolerance (I/D)	Bearing I/D Max(D)
261.838 + 0.070	261.908
Bearing O/D(Min or Max) - Bearing I/D(Min or Max), 단 동일기준 적용	Bearing Thickness
(325.902 - 261.908) / 2	31.997
Bearing I/D Min (O) -Bore closure	Bearing I/D Fitted Min(E)
261.84 - 0.97	260.86
Bearing I/D Max(D)-bore closure	Bearing I/D Fitted MAX(F)
261.908 - 0.973	260.935
Bearing I/D Fitted Min (E) - Shaft O/D Max	Fitted Clearance Min(G)
260.865 - 260.000	0.865
Bearing I/D Fitted MAX(F) - Shaft O/D Min	Fitted Clearance Max(H)
260.935 - 260.000	0.935
Bearing O/D 의 Dry Icing 최소 수축율(0.85%)에 의한 수축치(Min)	Bearing O/D Contraction Min(I)
325.832 x 0.0085	1.140
Bearing O/D 의 Dry Icing 최대 수축율(0.40%)에 의한 수축치(Max)	Bearing O/D Contraction Max(J)
325.902 x 0.004	1.304

9. LUNA[®] #15GR Pump Bearing 설치(Fitting) 방법

가. 설치방법 종류

1) 냉각 설치

- 방법 1: 액화질소 이용법
- 방법 2: 드라이아이스 & 알코올 이용법

2) 압박 설치(Press fitting)

3) 접착(Bonding)

* 냉각설치

이 설치방법은 (주)아이패스 LUNA[®] #15GR Bearing의 빠르고 효과적인 방법이다.
재료의 열적 특성을 활용 순간 급속 냉각하여 수축에 의한 치수감소를 이용 설치

** 주의사항

심각한 동상을 피하기 위해 액화질소를 사용 할 때 매우 조심해야 한다.
밀폐된 공간에서 작업시 발생하는 가스로 인해 산소 결핍 현상이 발생할 수 있기
때문에 적절한 환기가 필요하다.

나. 액화질소 이용법

- 1) 베어링의 상단, 중단 하단의 각 지점에서 적어도 3군데의 외경을 측정하여 가장 큰 숫자를 기록한다.(총 9측정 지점)
- 2) Housing의 상단, 중단 하단의 각 지점에서 적어도 3군데의 내경을 측정하여 가장 작은 숫자를 기록한다.(총 9측정 지점)
- 3) -197°C 를 견디는 단열용기와 베어링을 넣어다 뺀다 하기에 용이한 충분한 크기의 용기를 준비한다.
- 4) 용기 안쪽에 베어링을 위치시키고 내부 볼륨을 최대한 줄임.
이것은 용기 안에 사용하지 않는 공간을 밀폐시키거나, 거칠게 잘라진 목재로 빈자리를 채우면 가능함
이것은 필요한 액체 질소량을 최소화하기 위함.
- 5) 액체질소로 베어링을 채우고 작업이 계속되는 동안 액체질소의 수위를 계속 유지한다. 질소의 수위는 대기 중으로 발산되어 낮어짐.
- 6) 가능하면 단열된 뚜껑을 사용하여 용기를 덮는다.
- 7) 일단 액체질소가 끓는 현상이 멈추고 안정되면, 베어링을 액체 질소에서 약간 들어 올려 위쪽 부분의 외경이 충분한 크기로 줄었는지 체크한다

- 8) 이것이 충분하지 않으면 베어링을 액체 질소에 10 - 20분 넣은 후 다시 측정한다.
- 9) 베어링과 Housing 사이의 충분한 간격이 확보되면 베어링을 질소에서 끄집어 내어 설치하기 위해 Housing으로 옮긴다.
- 10) 냉동후 베어링을 옮기는데 사용하는 도구(극저온에서 견디는)가 필요함.
(예: 폴리에스터 밧줄)
- 11) 줄어든 베어링이 빠르고 쉽게 장착되는지 확인한다.
일단 어떤 전도성 면에 접촉하면 원래 크기로 돌아오는 비율(속도)은 매우 크게 증가함.
- 12) 베어링을 제위치에 넣고, 온도가 정상화되면 고정상태를 확인한다.
정상화되는 동안 베어링 표면에 얼음이 없이 깨끗해지면 지지대를 제거한다.

다. 드라이아이스 & 알코올 이용법

드라이아이스와 알코올을 사용하여 냉동조립을 하는 것은 단지 억지끼움량이 많지 않을 때 사용한다.
압박 방법에 의한 설치시 자주 사용 된다.

DRY ICE 냉각 시험(LUNA-15GR)

시편 NO	시편규격		냉각(-80도) 30분후 치수	냉각(-80도) 30분후 수축량	냉각(-80도) 30분후 수축율
	외경	두께	베어링 외경(mm)	외경 치수 감소량(mm)	외경 치수 감소율(%)
NO 1-1	120.16	10	119.7	-0.46	-0.38%
NO 1-2	140.16	20	139.6	-0.56	-0.40%
NO 2-1	173.15	10	172.5	-0.65	-0.38%
NO 2-2	191.17	20	190.5	-0.67	-0.35%
NO 3-1	221.18	15	220.4	-0.78	-0.35%
NO 3-2	240.24	25	239.3	-0.94	-0.39%

* 상기 조건에서 냉각수축 시험시 수축율은 0.35~0.40% 수축됨

* 냉각 시험시 주의사항 : 1) DRY ICE(잘게 부순 얼음조각)온도가 -80°C이므로 냉해(동상)방지를 위하여 취급주의 필요.
2) 대상물 취급시 반드시 집게를 사용하고, 고무장갑 착용 할 것.

* 제품 설계시 냉각 30~40분 후 수축율은 0.35~0.40% 로 적용 할 것.

라. 접착(Bonding)

LUNA[®] #15GR 제품은 금속물질과 접착이 가능하다. 조립품이 60-70 °C를 초과하여 사용된 경우는 억지끼움을 접착제 고정으로 대체해야 함.

다음은 일반적으로 가장 적당한 접착제들이다.

에폭시, 아크릴, 시아노아크릴레이트, 포리우레탄

o 준비 절차

- 1) 적당한 접촉면은 LUNA[®] #15GR 제품과 스테인레스를 포함한 여러 금속임. 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리카본네이트, PVC, PTEF와 같은 플라스틱은 LUNA[®] #15GR 제품과 본딩을 위해 적당한 접촉기면이 아님.
- 2) 효과적으로 접착작업을 하기 위해서는 접착면과 원재료의 준비과정이 필요하다.
- 3) 그리스나 산화물이 없게 경계층을 제거한다. 솔벤트를 사용하여 그리스를 제거 한다. LUNA[®] #15GR 제품은 아세톤과 같은 솔벤트로 빨리 닦음으로써 그리스를 제거 할 수 있다.
솔벤트는 LUNA[®] #15GR 제품에 악역향이 미치지 않게 단시간 내에 사용해야 한다. 산화물은 고운 사포나 쇠수세미를 사용하여 제거한다.
- 4) 표면을 거칠게 한다. 이상적으로 금속은 shot blasting으로 처리한다. 잡티를 표면에서 완전히 제거한다.
LUNA[®] #15GR 제품의 섬유질 표면에 거칠기 작업을 할 필요는 없음.
- 5) 설치된 구성품은 접착이 될 때까지 지지가 필요 할 때도 있음.
- 6) Cure 시간은 어느 접착제를 사용했느냐에 따라 다름.
일반적으로 온도가 10 °C 증가시 마다 Cure 시간은 반으로 줄어 듬.