

우수한 기계는 우수한 볼트너트로 만들어 지며,  
결국 경제적입니다 !!!

**BUMAX**<sup>®</sup>  
고강도 스테인리스 볼트의 세계적 명품

# BUMAX (부막스)

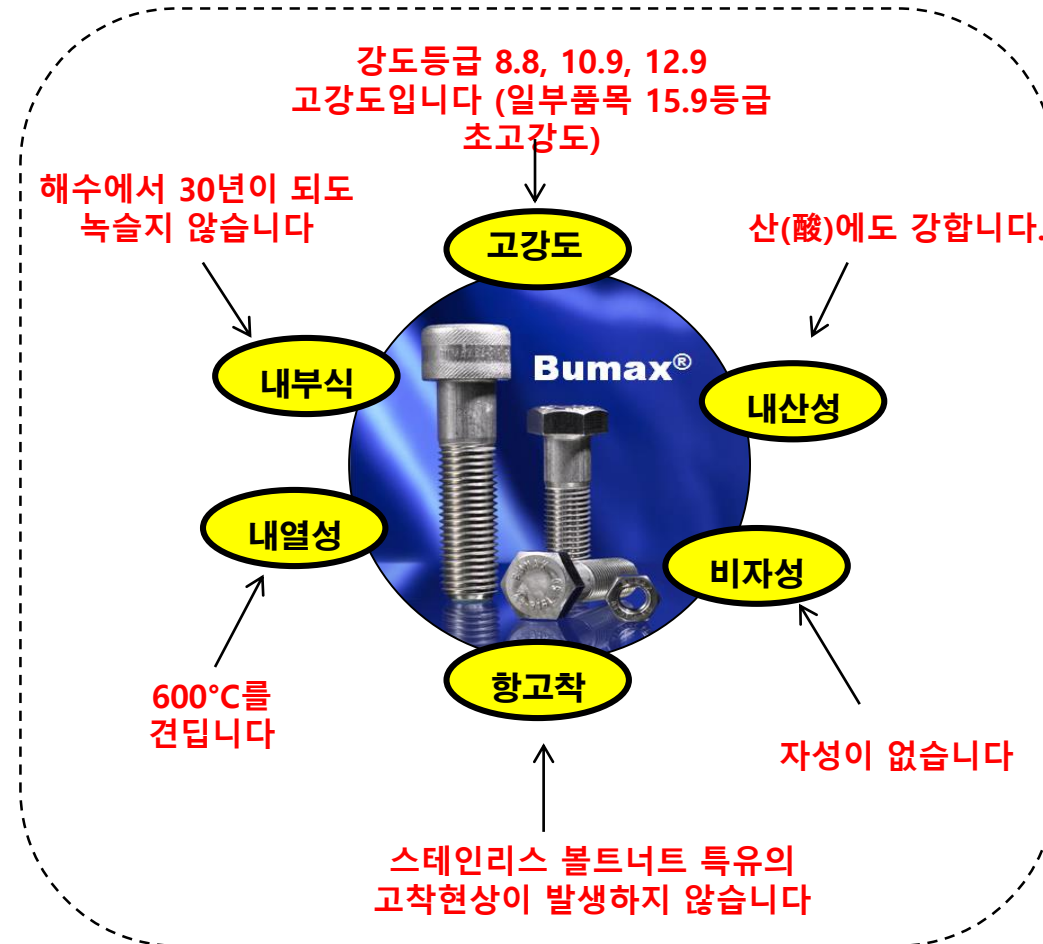
## 기술적 특징

세계에서 제일강한 스테인레스 볼트너트 !!!

316L(HiMo), Duplex, Super Duplex, Ultra

**8.8, 10.9, 12.9 (고강도) / 14.9, 15.9, 16.9 (초고강도)**

BUMAX는 6가지 (핵심적)기계적기능들을  
모두 보유한 전세계 유일한 기계체결요소입니다 !!!  
→ 안전설계를 보장합니다

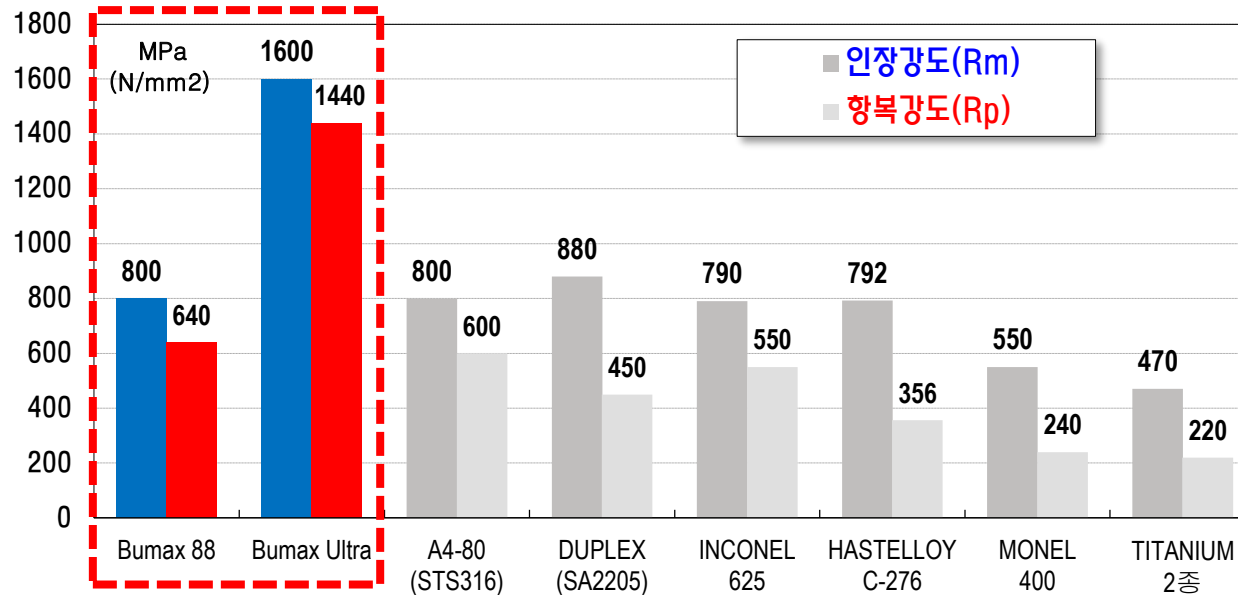


# 개별기능 기술설명

## ❖ 강도 비교

MECHANICAL PROPERTIES FOR FASTENERS IN AUSTENITIC STEELS

GROUP/ TYPE	STRENGTH- CLASS	DIAMETER RANGE	ULTIMATE TENSILE STRENGTH Rm N/mm <sup>2</sup>	STRESS AT 0,2% PERMA- NENT STRAIN RP 0,2 N/mm <sup>2</sup>	ELONGATION AT FAILURE
A4-70	70	≤ M24	700	450	0,4 x d
A4-80	80	≤ M24	800	600	0,3 x d
BUMAX 88	80	≤ M36	800	640	0,3 x d*
BUMAX 109	100	≤ M12	1000	900	0,2 x d
BUMAX 109	100	M14 - M20	1000	800	0,2 x d



## II. 내부식성

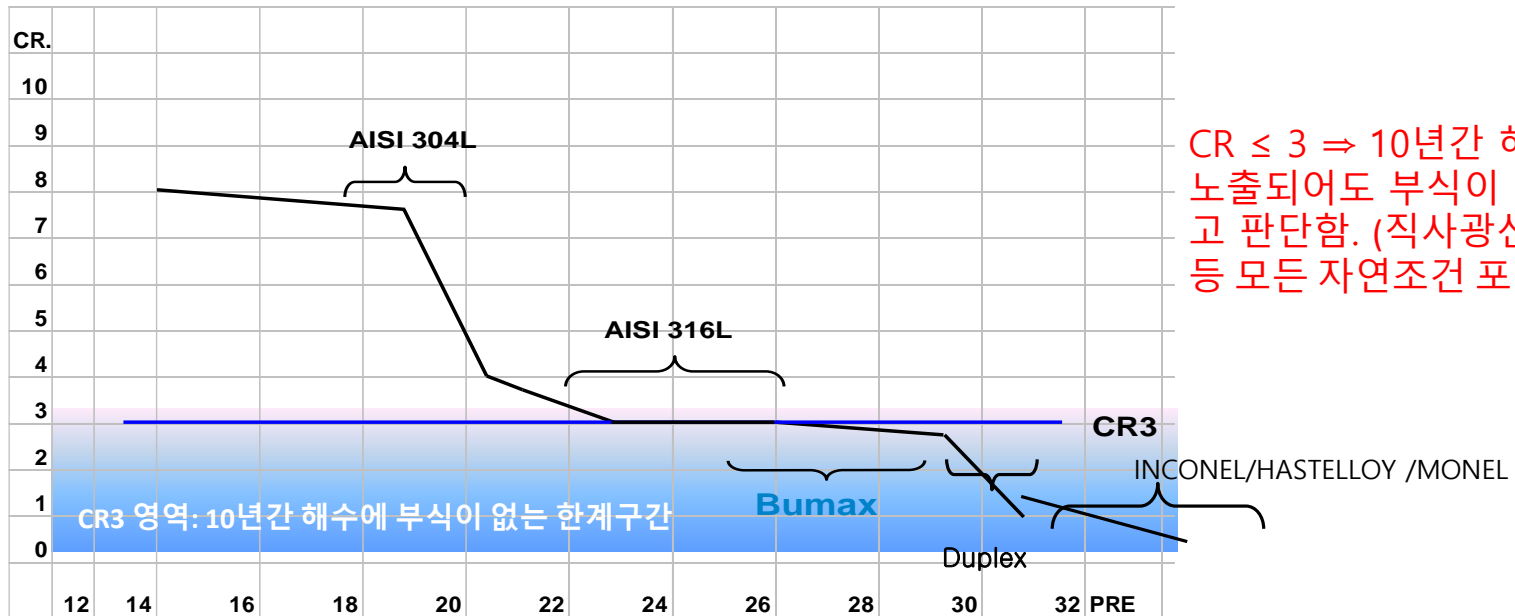
### ❖ PRE 값 (Pitting Resistance Equivalent Value)

- 재료의 화학적 성분비 값으로 공식(孔蝕 pitting corrosion)에 대한 저항도를 산출.

$$PRE = \% Cr + 3.3 \times \% Mo + 16 \times \% N$$

Material	C <sub>max</sub>	Cr %	Mo %	N %	PRE value
ASTM 304	0.08	18.0 ~ 20.0	-	-	18.00 ~ 20.00
ASTM 316	0.08	16.0 ~ 18.0	2.0 ~ 2.5	0.02	22.92 ~ 26.57
<b>316L HiMo</b>	<b>0.03</b>	<b>16.5 ~ 18.5</b>	<b>2.5 ~ 3.0</b>	<b>0.02</b>	<b>25.07 ~ 28.72</b>

### ❖ CR 값 (Corrosion Rate Value)



# III. 내산성/내화학성

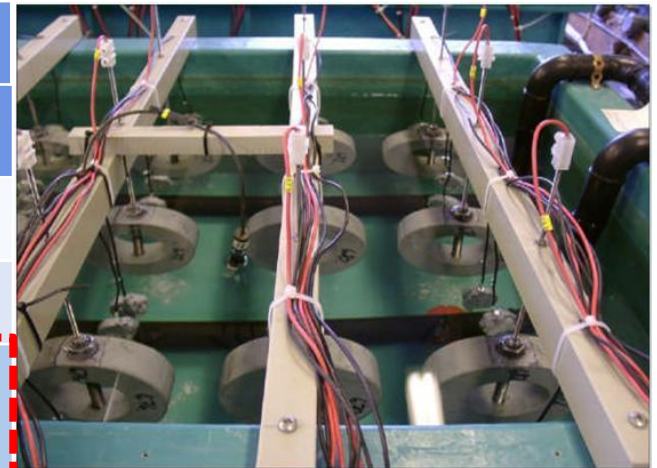
## ❖ 일반 STS316L(A4) 대비 우수한 내화학성을 지님

- 일반 STS316L(A4) 대비 고량의 Cr 및 Mo 함유로 견고한 부동태 피막 형성 및 유지
- 저속 전조가공으로 잔류응력의 최소화 및 치밀한 조직의 나사산 형성

## ❖ 내화학성 테스트

- 농도20% 및 온도 50°C의 황산 용액에 1년간 담가 표면부식 정도를 확인

Material	황산 용액 농도 (%)			
	3%	10%	20%	비고(20% 기준)
STS 304 (A2)	1.08	3.00	-	견디지 못함
STS 316, 316L (A4)	0	0.32	1.30	1.3mm 부식
<b>STS 316L HiMo (Bumax)</b>	0	0.04	0.44	<b>0.44mm 부식 (A4대비 1/3수준)</b>



**Bumax® 는 일반 STS316L(A4) 대비 3배 이상 내화학성이 우수 함**

# IV. 비자성

❖ 투자율(Permeability) Km이 1.000이면 완전 비자성체로 Bumax 88은 Km이 1.006 으로 비자성체로 취급

- 저속 전조가공으로 잔류응력 최소화 및 자성제거 처리

## ❖ 재질별 투자율

재 질	BUMAX 88	BUMAX 109	A2-70 (STS304)	DUPLEX (SA2205)	INCONEL 625	HASTELLOY C-276	MONEL 400	TITANIUM 2종
투자율 (Km)	1.006	1.007	1.800	강자성	1.0006	1.002	약자성	1.0001

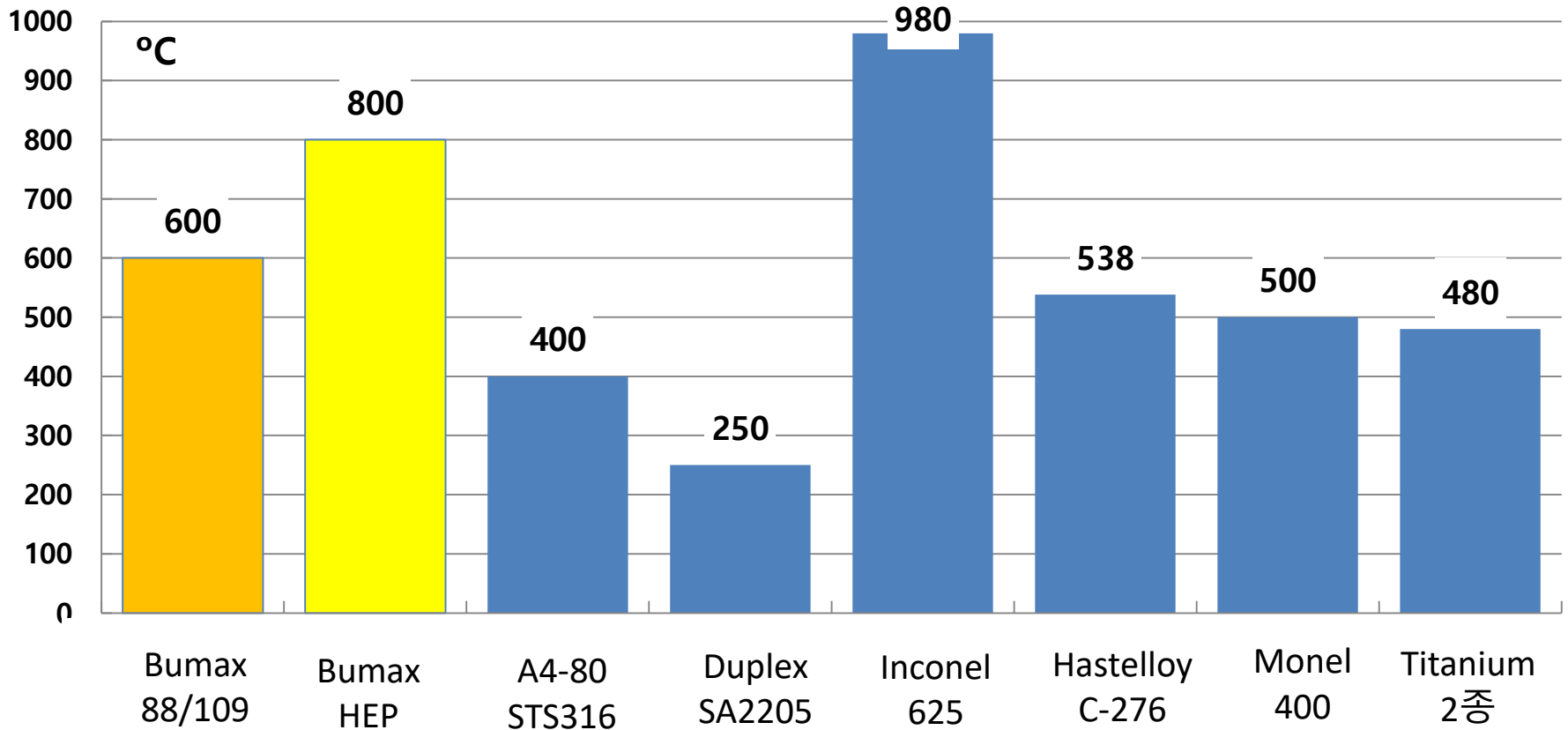
- 일반 STS(A2, A4) 제품은 제조과정에서 자성을 지니는 경우가 많아 조선해양 산업 분야에서 문제가 되는 경우가 많음



**Bumax® 는 비자성과 함께 여러 특성 요구되는 방산장비 분야 최적 !!!**



# V. 내열성/내저온성



- A4 80은 400°C 초과 영역이상 에서는 기계적 성능이 보장되지 못하나 Bumax(88,109)는 600°C에서 85%이상의 기계적 성능(인장 및 항복강도)을 보장.



→ **영하 200° C를 견딥니다 !!! (내저온성)**

❖ **극저온**(cryogenic / **below -150 °C**) 환경에서의 Steel

- 취성화 → 미세조직, 화학성분, 내부응력 등에 의해 결정
- 오스테나이트 Stainless Steel이 듀플렉스, 페라이트 및 마르텐사이트 Stainless Steel 보다 우수한 저온성질(impact energy)을 지님

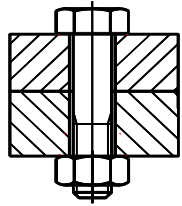
❖ **Bumax의 우수한 극저온성**

- **4K(-269°C)** / M20-110 / 인장 테스트(EN ISO 3506-1 : 1997)

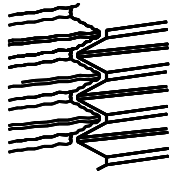


# VI. 항고착성

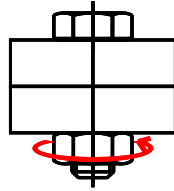
## ❖ 고착현상(Galling)



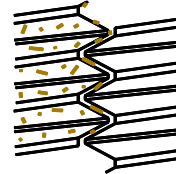
연질의 마찰계수가 높은 동종금속



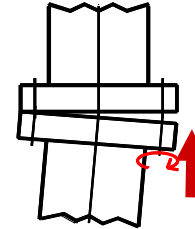
불균일한 나사면



빠른 속도의 체결



나사부에 잔존한 Chip, Burr, 이물질



국부적인 또는 전체적인 심한 마찰 즉, 온도와 압력이 극심해지는 순간 발생.



- 나사의 표면거칠기가 결정적 발생 원인
- 일반 스테인레스 강의 고질적 품질 문제 → 조립비용 상승의 주된 원인!

## ❖ Bumax의 항고착성

- 특수 전조 가공 (표면 조도 향상) 고착방지 화학처리

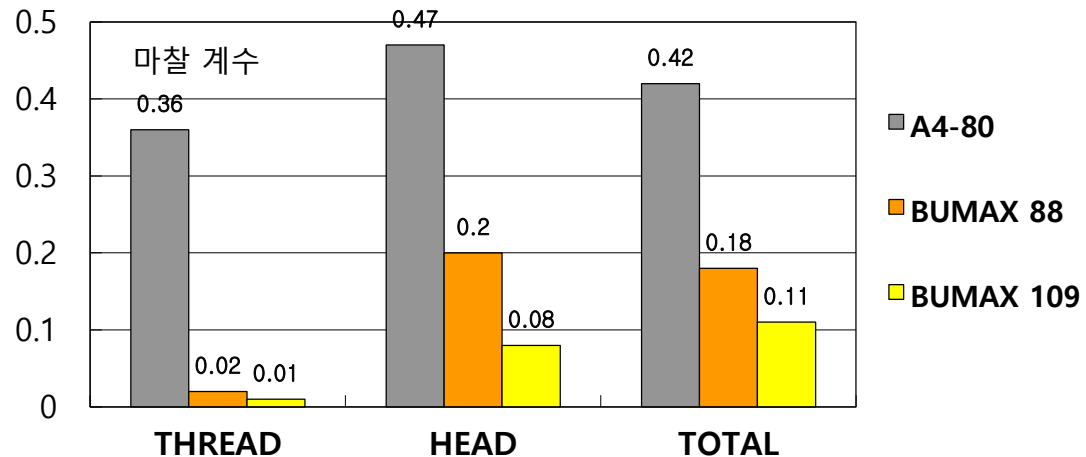


- 마찰계수 저하 / 고착원인제거



- 고착 방지 / 작업성 향상

▪ 일반 STS(A2, A4)와 Bumax의 마찰계수 비교



# 제조기술의 차이

고급소재를 사용하며, 저속가공 경화기술로  
볼트에 조밀한 조직구조를 만듭니다 !!!

\* BUMAX볼트는 일반 스텐볼트 10개 만들때 1개 밖에  
생산하지 못할 정도로 공들여 만드는 ... **명품볼트** 입니다 !!!

→ 몰리브덴 함유량이 높은 **고급소재**로 내식성/강도를 **높인다** 고강도스테인리스 볼트의 세계적 명품

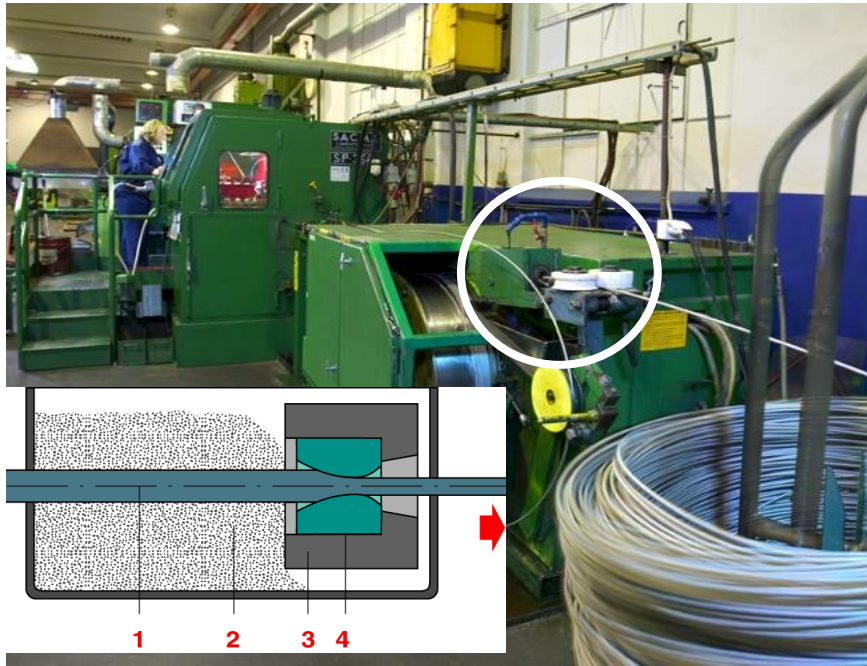
## ❖ 화학적 조성

Steel Grade	C <sub>max</sub>	Cr	Ni	Mo
A2 (STS 304)	≤ 0.08	18.0 ~ 20.0	8.0 ~ 10.0	-
A4 (STS 316)	≤ 0.08	16.0 ~ 18.0	10.0 ~ 14.0	2.0 ~ 2.5
<b>BUMAX (316L HiMo)</b>	<b>≤ 0.03</b>	<b>17.0 ~ 18.5</b>	<b>11.5 ~ 14.5</b>	<b>2.5 ~ 3.0</b>

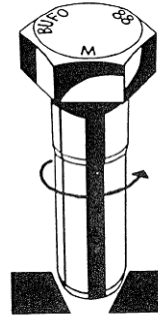
### ▪ 함유 원소의 특징

합금원소	기호	함량 효과	비 고
탄소	C	Austenite 계열에서는 예민화 현상 발생 <b>0.03% 이하</b> 로 관리 ⇒ 304L, 316L <b>고온에서의 입계부식 예방 ⇒ 내열성 향상</b>	C < 0.03에서는 용접성 ↑ ⇒ 활용범위 확대
몰리브덴	Mo	304에 Mo 첨가 ⇒ 316 316은 marine grade stainless steel 이라 불림 (내부식성 향상. 특히 <b>Pitting Corrosion</b> 에 강함) <b>고용강화</b> 에 의한 강도 향상에 기여	야금학 에피소드의 주인공 -일본도의 비밀 -1차 세계대전 전차전 팅스텐 1/3의 경제성(대체품)
니켈	Ni	<b>내식성과 내열성 향상</b>	INCONEL, HASTELLOY, MONEL 등

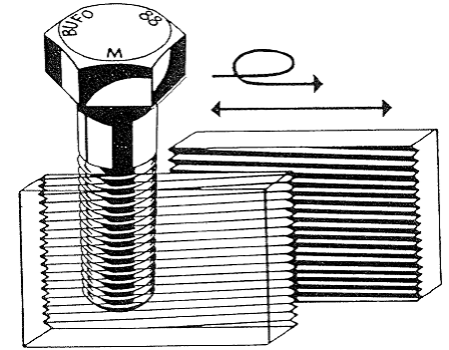
# → 특수 저속가공 경화기술로 볼트조직을 조밀화한다



✓ Chamfering



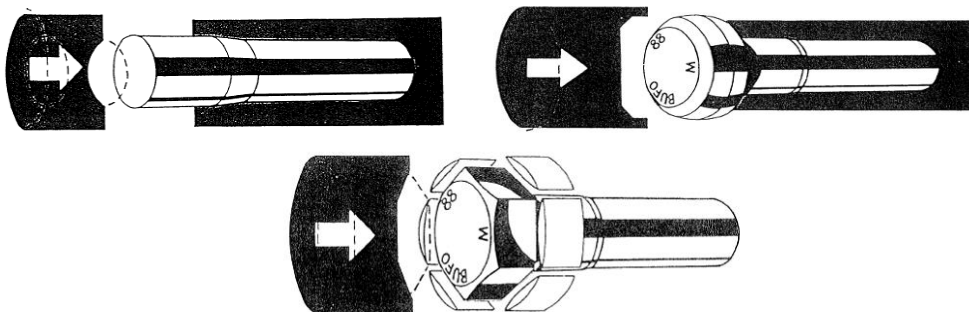
✓ 저속전조



✓ 반복 인발



✓ 다단 냉간 성형



# \* B8M Class-2 vs Bumax A4-80 비교표

BUMAX A4-80 (ISO)이 B8M Class-2 (ASTM)보다 월등하게 우수합니다

◎:매우우수 ○:우수 △:중간 x:약함

B8M Class 2 (ASTM)		구분	BUMAX A4-80 (ISO)	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• SUS316</li> <li>→C 0.08% ↓: <u>고온입계부식</u></li> <li>→Mo2.0% ↑: <u>내식성</u></li> </ul>	△	①원재료	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SUS316LHiMo</li> <li>→C 0.03% ↓: <u>고온입계부식無</u></li> <li>→Mo2.5% ↑: <u>내식성 강화</u></li> </ul>	◎
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 인장:620~760/항복:345~655</li> <li>→항복강도 편차 심함</li> </ul>	△	②강도(MPa)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 인장:800 ↑/항복:640 (min기준)</li> <li>→항복강도 보장</li> </ul>	◎
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 마찰계수관리 無</li> <li>→<u>체결력</u> 보증 안됨</li> </ul>	△	③체결력	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 마찰계수관리(0.14~0.16)로</li> <li><u>체결력</u> 보증(B8M의 2배)</li> </ul>	◎
<ul style="list-style-type: none"> <li>• PRE = 24 / CR &gt; 3</li> </ul>	△	④내식성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PRE = 27 / CR ≤ 3</li> </ul>	◎
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 투자율=1.01</li> </ul>	○	⑤비자성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 투자율=1.006</li> </ul>	◎
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 최고400°C(<u>고온입계부식발생</u>)</li> </ul>	○	⑥내열성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 최고600°C(<u>고온입계부식발생無</u>)</li> </ul>	◎
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 마찰계수 0.42</li> </ul>	x	⑦향고착성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 마찰계수 0.14~0.16</li> </ul>	◎
<ul style="list-style-type: none"> <li>• SN 곡선 없음</li> </ul>	x	⑧피로한도	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SN 곡선 제시</li> </ul>	◎

# 설계안전성 / 경제성

Bumax의 복합기능은 Coverage가 커서 **설계안전**을 보장하며, 결국, 최상의 **경제성**을 제공합니다

BUMAX는 (상시) 재고를 보유하고 있어서,  
소량구매, 긴급대응도 가능합니다 → **구매비용 경제성**

\* BUMAX 볼트의 **복합기능**은 각종 기술트러블 및 안전관리의 위험과 비용낭비를 제거하여 줍니다 !!!



부식발생에 의한 체결력저하



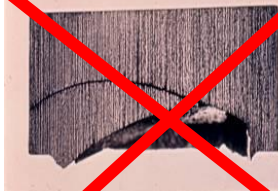
강도부족에 의한 파단



내화학성 관리 불량



고착현상



피로파괴



수소취성 파괴

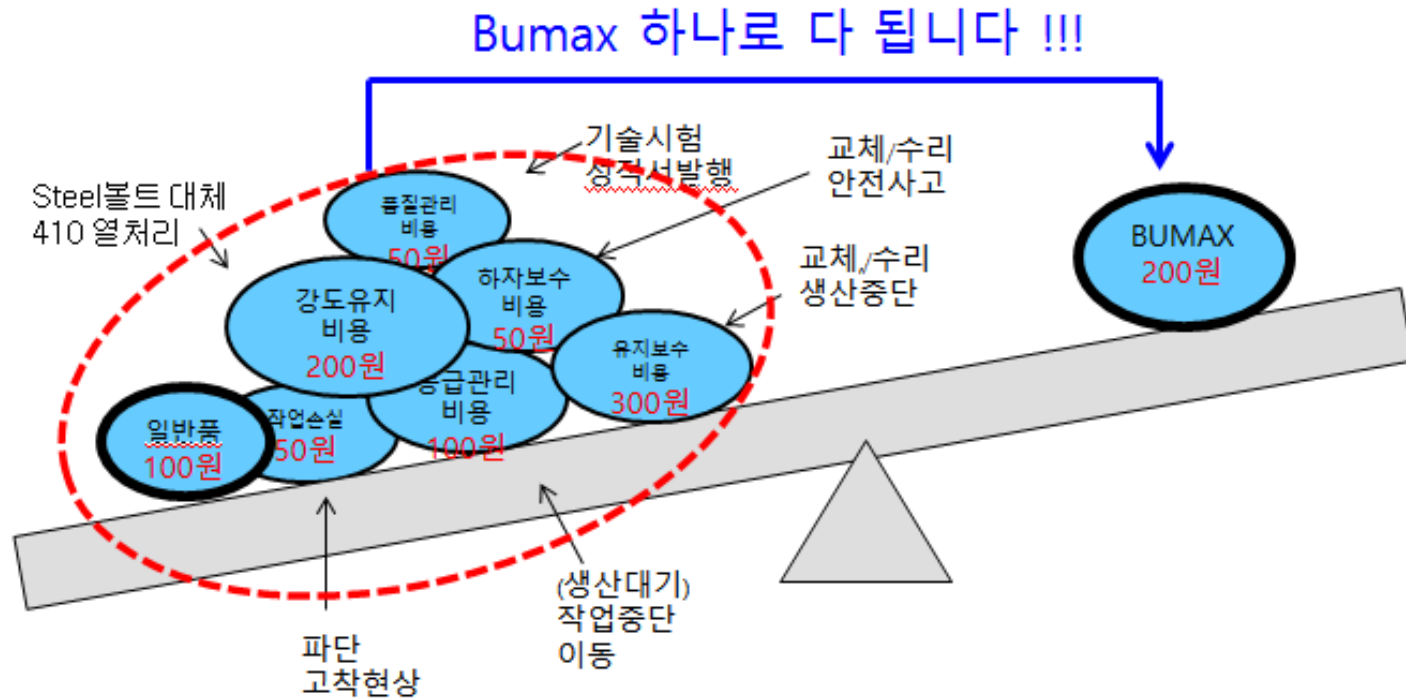


응력부식균열



# 최상의 경제적 조림체결비용

\* BUMAX 볼트의 **복합기능**은 생산원가낭비는 물론, 추가적 기술관리비용, 유지보수비용 및 하자보수비용 발생을 원천적으로 방지합니다 !!!



# 감사합니다