

## 고장력 볼트 치수의 산포가 축력에 미치는 영향

### The influence of size variance of high strength bolt, nut and washer set on the axial force

석한길\*, 조인섭\*\*

\* 강원대학교 재료금속공학과

\*\* KPF 품질보증부

#### 1. 서 론

본 실험은 고장력 볼트 세트의 중요 특성인 축력이 제조상에서 발생하는 물리적 변화는 이론적으로 계산할 수 있지만 치수변화에 따라 어떻게 변화하는지에 대해 알아보기 위함이다.

##### 1.1 목적

제조상의 치수변화가 고장력 볼트의 토크계 수치 및 축력에 어떠한 영향을 미치고 있는지에 대한 실험을 통해 제조공정에 반영하여 우수한 품질의 고장력 볼트 제조에 도움이 되고자 한다.

##### 1.2 범위

특성요인도 분석에 의해 제조과정중에서 발생할 수 있는 품질특성인 T/S 볼트 세트의 볼트 유효경의 차이, 너트의 평탄도의 차이, 너트 나사면의 거칠기에 대해서는 검사방법이 한계계이지(유효경의 차이), 육안검사(너트의 좌면 평탄도, 나사면 거칠기)로 객관성과 정량적 판단이 불가하여 정량적으로 측정이 가능한 너트의 FIM(Full Indicator Movement : 나사부와 좌면과의 직각도), 볼트 로링(전조)시 발생할 수 있는 나사부의 평행도 및 T/S볼트 Notch경의 변화와 축력의 변화(산포)관계에 대하여 실험한다.

##### 1.3 시료

제조 완료된 A490 T/S 볼트 1 1/8" x 5 1/2" 1Lot(10,000Sets)에서 Random Sampling 방식

에 의해 300Sets를 채취하여 너트의 FIM, 나사부 평행도, Notch경을 측정하고, 실험항목별 각 10Sets(최대 10Sets, 최소 10Sets, Notch경은 최대/중간/최소 15Sets)를 채취한다.

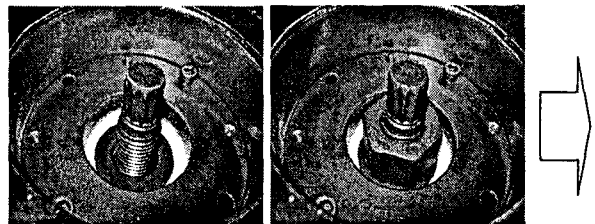
Table 1 Samples

품명	규격	실험항목	시료수	
			大(有)	小(無)
A490 Torshear Bolt	1 1/8 x 5 1/2	너트의 FIM	10 Sets	10 Sets
		볼트 나사부의 평행도	(10 Sets)	(10 Sets)
		Notch경	15 Sets	

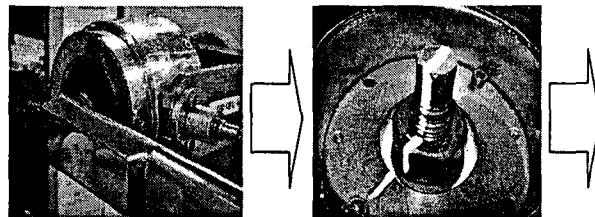
#### 2. 실험조건 및 실험방법

2.1 Sampling 및 측정하여 최대/최소로 그룹화한 고장력 볼트 세트를 다음 실험방법에 의해 실험한다.

##### 축력실험 순서

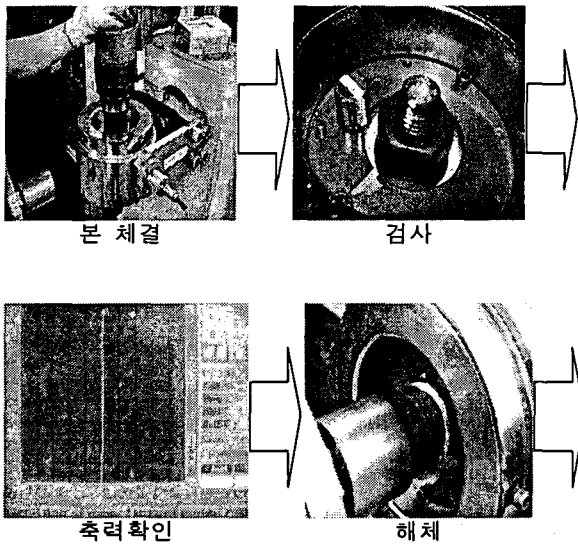


시험기에 볼트, 너트, 와셔 조립



1차 체결

마킹



### 2.2 Notch부 파단 토크

볼트를 시험기에 고정시키고, 12각부를 Wrench에 물려 Notch부가 회전하는 파단 토크를 측정한다.

### 3. 실험결과 및 분석

FIM의 大·小에 따른 축력변화 실험결과는 다음과 같다.

Table 2 Change of Axial Force for FIM(Large, Smallness) (Unit : kg)

구분	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ag	Stdv
FM大	3950	4339	4332	4491	4166	4222	4429	4089	4287	4028	4429	156
FM小	4226	4392	4308	4310	4352	4328	4357	4223	4406	4082	4328	108

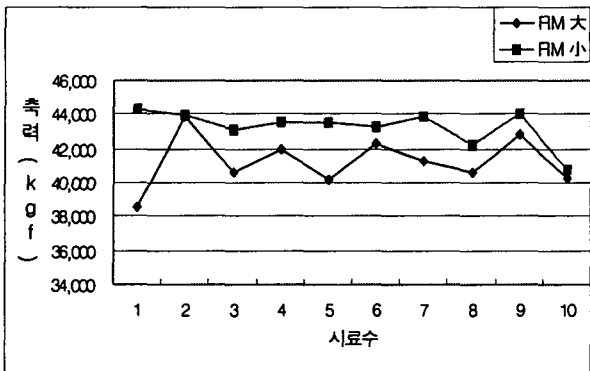


Fig. 1 Influence that F.I.M Affect Axial Force

위의 결과에서 알 수 있듯이 FIM이 클 경우 작은 경우에 비해 축력의 산포가 크게(약 1.5

배) 나타나고, 축력의 평균도 낮게 나타난다.

② 볼트 나사부 평행도 有·無에 따른 축력변화 실험결과는 다음과 같다.

Table 3 Change of Axial Force for Bolt Thread Parallelism (Unit : kg)

구분	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ag	Stdv
평행도有	4472	4736	4144	4542	4489	4724	4449	4382	4624	4673	4545	1297
평행도無	4172	4422	4370	4326	4199	4455	4337	4336	4306	4338	4350	1006

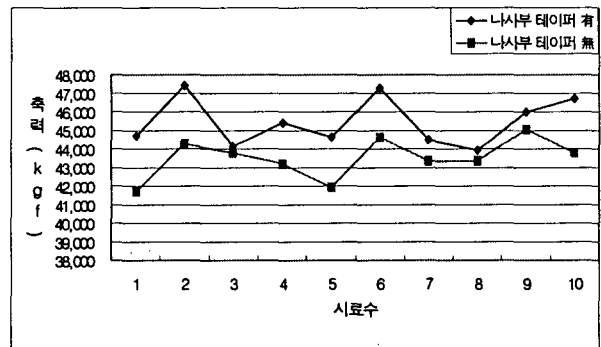


Fig. 2 Influence that Thread Parallelism Affect Axial Force

위의 결과에서 알 수 있듯이 나사부의 평행도가 있을 경우에, 없는 경우에 비해 축력의 산포가 크게(약 1.3배) 나타나고, 축력의 평균도 낮게 나타난다.

③ Notch경의 변화에 따른 축력변화의 상관관계 여부를 확인하기 위해 Minitab을 이용해 상관분석을 해본 결과는 다음과 같다.

Table 4 Change of Axial Force for Notch Dia. Variance

구분	TSBUTMZC-507, R0.4															
Notch 경(mm)	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	
토크(N·m)	68.0	68.8	67.2	66.6	68.8	68.2	66.4	68.8	68.5	67.6	70.0	68.8	68.8	67.2	66.4	

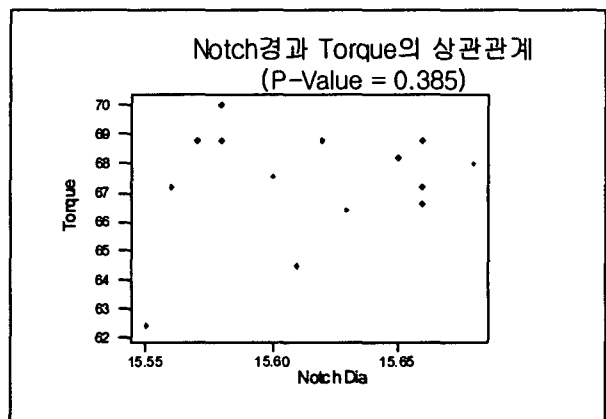


Fig. 3 Relationship Notch Dia. & Torque

위의 결과가 보이는 것은 P-Value가 유의수준 ( $\alpha=0.05$ )보다 작으므로 Notch경과 Torque의 상관관계가 없다는 것이다. 즉, Notch부의 제작 과정은 가공이 아닌 나사와 동시에 로링공정에 의해 제작됨으로 제조공정상의 산포(최대 0.13)는 Notch부 파단 토크와의 상관관계를 찾을 수 없다(단면적 비로 계산 시 이론적으로 최대 1.5% 차이).

#### 4. 결 론

본 실험을 통해 다음과 같은 두 가지 결론을 얻을 수 있다.

- ① FIM 및 나사부 평행도는 체결 시 Total 축력의 60%의 영향을 미치는 나사부 마찰부분으로써 너트의 윤활, 기계적 성질 등의 요인보다는 영향이 적다고 볼 수 있으나, 산포발생의 주요 요인임을 알 수 있다. 따라서 제조공정에서 소홀하기 쉬운 부분에 대하여 정확한 표준과 관리방법을 설정하여 산포를 최소화해야 한다.
- ② 실험 전 Notch경의 산포는 축력에 큰 영향이 있을 것이라 예측했지만, 실제 체결축력과 직접적인 연관이 있는 Notch부의 파단 토크가 Notch경과 상관관계가 없음이 증명되어 공정관리(제조공법 및 표준관리)가 철저하게 이루어지고 있음을 알 수 있다.