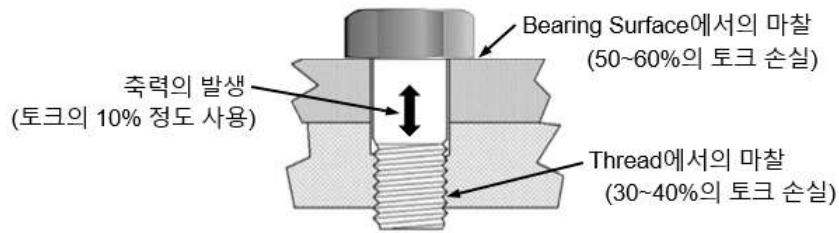


## 볼트의 체결토크

체결토크 또는 조임토크(Tightening Torque)란 Bolt 또는 Screw(이하 볼트)를 이용한 체결 시 볼트 혹은 너트에 가해지는 토크의 크기를 의미하는데, 토크법(Torque Tightening)에 의한 볼트 체결 시에는 반드시 지정된 값을 따라야 한다.

아래의 그림에서와 같이 체결을 위해 볼트 혹은 너트를 통해 가해지는 토크는 주로 Bearing Surface와 Thread에서의 마찰을 극복하기 위해 소모되며, 약 10%정도 만이 체결력(또는 축력)을 발생시키는데 기여한다. 반대로 볼트 또는 너트를 풀 경우, 마찰을 극복하기 위한 토크만이 필요하게 된다.



통상 토크법에 의한 볼트 체결 시, 체결토크는 볼트 항복강도의 70% 정도에 이르는 체결력을 얻을 수 있도록 정해지며, 아래의 예와 같이 단순화된 공식을 통해서 산출이 가능하다.

$$T_{Total} = \underbrace{F \left( \frac{P}{2\pi} \right)}_{\text{Pitch Torque}} + \underbrace{F \left( \frac{\mu_T R_T}{\cos \alpha} \right)}_{\text{Thread Torque}} + \overbrace{F(\mu_B R_B)}^{\text{Bearing Surface Torque}} = F \left[ \frac{P}{2\pi} + \frac{\mu_T R_T}{\cos \alpha} + \mu_B R_B \right]$$

- Pitch Torque                      나사의 썩기작용에 의한 인장력 발생에 사용된 토크
- Thread Torque                    나사에서의 마찰을 극복하는데 사용된 토크
- Bearing Surface Torque        Bearing Surface에서의 마찰을 극복하는데 사용된 토크

위에서 F는 체결력, P는 나사의 피치,  $\alpha$ 는 Flank Angle을 의미하며,  $\mu_B$ ,  $\mu_T$ 는 각각 Bearing Surface와 Thread의 마찰계수,  $R_T$ 는 마찰력이 작용하는 나사 표면의 반경,  $R_B$ 는 마찰력이 작용하는 Bearing Surface의 반경이다.

체결토크를 산출하기 위해 아래와 같이 K Factor(또는 Torque Coefficient, Nut Factor)를 이용하는 보다 단순한 공식을 사용하기도 한다.

$$T = KDF$$

여기서 K는 K Factor, D는 볼트의 공칭경, F는 체결력을 의미한다.

K Factor는 세가지 요소 즉, 볼트의 크기와 피치 그리고 나사 및 Bearing Surface에서의 마찰을 고려하여 정해지는 상수로, 다음은 표면처리에 따라 정해진 K Factor의 일 예다.

표면처리	K Factor
Plain Finish	0.30
아연도금	0.20
윤활처리	0.18

즉, 볼트의 크기와 체결력 만 주어지면 K Factor를 적용하여 간단하게 체결토크 산출이 가능한 것이다.