

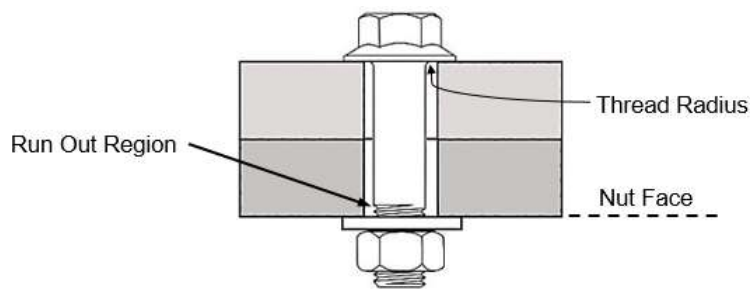
볼트의 피로

Bolt 또는 Screw(이하 볼트)는 체결 후 반복적인 인장하중 또는 전단하중에 의해 피로파괴에 이를 수 있다. 볼트의 피로특성은 볼트의 형상과 제조방법뿐 아니라 볼트의 체결상태에 의해서도 달라진다.

나사(Thread)의 표면상태가 미려할수록 볼트의 피로강도는 올라가는데, 기계가공을 한 나사보다 롤링한 나사가 우수한 피로특성을 가지는 이유이다. 물론 단조결(Metal Flow)의 영향을 받은 결과이기도 하다.

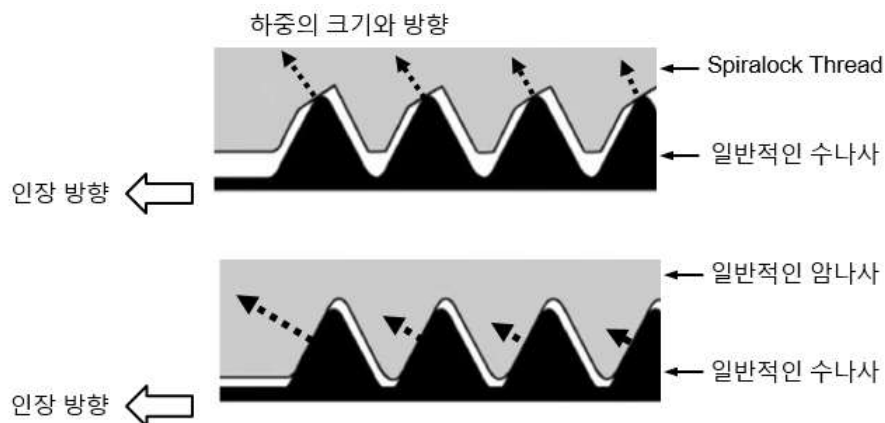
볼트의 피로파괴는 주로 나사의 골(Root)에서 시작하는데 이는 응력 집중에 기인한다. 따라서 골을 이루는 반경이 작은 가는나사(Fine Thread)보다는 노치의 영향을 덜 받는 보통나사(Coarse Thread)가 피로 측면에서 유리하다. 비용측면에서는 불리하지만 열처리 후 전조를 하면, 나사의 골에 발생한 압축잔류응력이 크랙의 발생을 억제시켜 볼트의 피로강도를 크게 향상시킨다.

볼트의 피로파괴가 볼트의 머리 아래 Thread Radius부에서 시작되기도 하는데, 플랜지면의 직각도가 불량인 볼트를 사용하거나 경사진 표면에 볼트를 체결하면 그 부위에 응력집중이 발생하기 때문이다.



일반적으로 볼트 체결 시 대부분의 하중은 너트 아래 첫 몇 개의 나사에 집중된다. 따라서 표면이 거칠어 응력집중이 일어나기 쉬운 볼트의 Run out부가 너트면(Nut Face)에 너무 인접하여 있으면 볼트 조기 파단의 원인이 된다. 위의 그림에서와 같이 볼트의 Run out부와 너트면(Nut Face) 사이에 두 개 이상의 나사를 두면 이러한 영향이 없어지는 것으로 알려져 있다.

너트의 여러 나사에 하중분산을 유도하면 볼트의 피로강도가 향상된다. Spirallock Thread와 같은 비대칭의 나사모양을 가진 너트는 일반볼트로 체결하는 경우에도 원주방향으로의 하중분산을 통해 볼트의 피로강도를 향상시키는 것으로 알려져 있다.



동일 응력 하에서 볼트의 경이 크면 크기효과(Size Effect)로 인해 피로강도는 감소하게 된다.

충분한 체결은 볼트의 피로저항을 보장하기 위한 가장 효과적인 방법이다. 일반적인 체결조건하에서 체결부에 가해지는 하중의 거의 대부분은 볼트의 체결력에 의해 상쇄되며 통상 하중의 약 5% 이하만을 볼트가 지탱하게 된다. 즉, 체결력이 낮아 느슨하게 체결된 볼트는 큰 교번하중(Alternating Load)에 반복적으로 노출되어 조기에 파괴될 수 있는 것이다.