

# ねじの疲労について ～使用上のポイント～

ねじは身近な機械部品であり、回せば締まるという単純な機構のために、とすると雑に扱われてしまいがちです。しかし、重要保安部品を締結するときなどは、ねじの性質を十分把握した上で使用することが大切です。そこで、ねじの性質で最も大切なものの一つ「ねじの疲労」について、使用上のポイントを簡単に説明します。

ねじの疲労について述べる場合、ねじを作る側の視点であれば、ねじ谷底の応力集中の問題や材質の問題について触れなければなりません。ここでは、ねじを使う側の視点から、外力の影響にのみ注目して話を進めていきたいと思えます。ねじはボルトとします。

ボルトの疲労は「締結されたボルトと被締結物」において、ボルトに変動する外力が繰り返し加えられたときに生じます。ウォーターハンマを考慮しなければならぬ給水機器や振動を発生する装置に使用されるボルトなどは疲労に対して十分な配慮が必要です。外力のかかる環境で使用する場合、外力のない環境と比べて初期締付け力が大きすぎると疲労を早めることは直感的に理解できますが、では小さめの方がいいのか。それらについて下図によって説明していきます。

ケース1において、図中央が「締付け線図」とよばれる基本となる図で、ボルトの内力と被締結物の圧縮力を縦軸、伸びと圧縮力を横軸に表し、線の傾きがボルトと被締結物の剛性を表します。初期締付け力で締まっているボルトに、外力(W) (ケース1図右部分) が加わるとボルトには応力振幅 ( $\sigma_a$ ) の2倍の応力がかかります。疲れ寿命はこの応力振幅 ( $\sigma_a$ ) の大きさに判断されます (ケース1図左部分)。平均応力 ( $\sigma_m$ ) も条件によっては寿命に影響を及ぼしますが、応力振幅が一定のとき平均応力の大小は一定範囲で疲れ寿命には影響を与えないということは先人の多くの実験や理論から証明されていますので、ケース1から5までの図では応力振幅にのみ注目してください。変動する外力 (W) の最大値はすべてのケースにおいて同じとします。

## ケース1 初期締付け力が適正である場合

応力振幅がボルトの疲れ強さ以内に収まっていれば、疲労破

断の心配はほぼありません。

## ケース2 初期締付け力が小さめである場合

ボルトの応力振幅はケース1と同じであるため疲労条件が特に良くなることはありません。むしろ初期緩みが生じるとケース3の形になり、要注意です。

## ケース3 ボルトの初期締付け力が不十分で、外力により被締結物の圧縮力が失われ、ボルトの内力が外力と等しくなる瞬間がある場合

応力振幅がケース1より大きくなり危険です。重大事故の原因としてよく見受けられます。

## ケース4 被締結物の剛性が低い場合

被締結物の形状や、材質の弾性係数の問題があげられます。このときも応力振幅が大きくなりますので、ボルトの種類、サイズ、個数などを検討する必要があります。

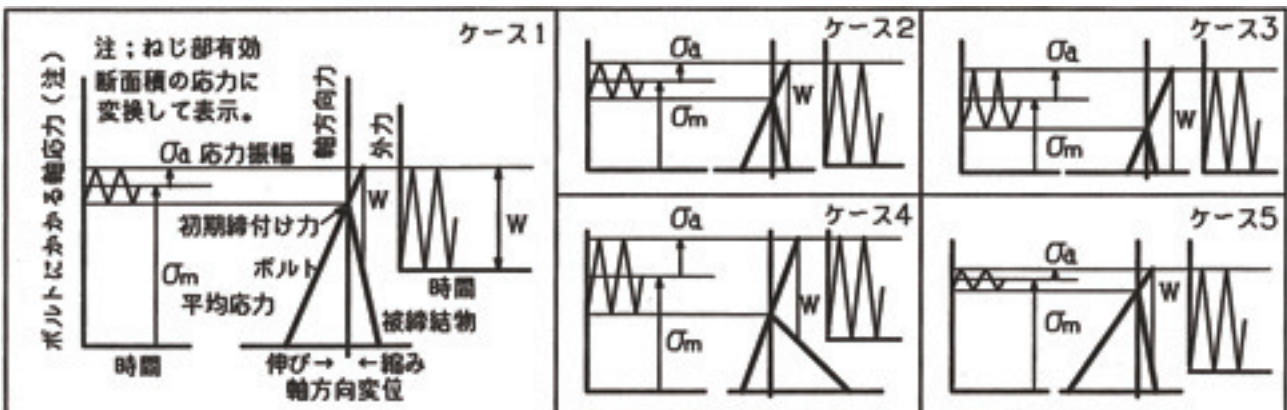
## ケース5 ボルトの剛性が低い場合

一目瞭然で、応力振幅は小さくなり安全側になることがわかります。エンジンのコネクティングロッドに伸びボルトが使われている理由が納得できます。

ほかにもいろいろなケースが考えられます。被締結物の剛性が一定でないケースなども「締付け線図」を描いて検討できます。

以上、疲労対策には初期締付け力が適正であることを確認の上、応力振幅の大きさを把握することが大切であることを説明しました。厳密には平均応力も影響しますので、メーカーでは疲労寿命に関する応力振幅と平均応力の関係を示すヘイ線図 (JIS B1081) と呼ばれるものを作成して適正締付け力や疲労限度などについて品質保証をしています。

ねじの歴史は古く、時間の洗礼を受けた機械の要素技術が詰まっています。あらためて、身近なねじにも関心を持っていただければと思います。



【お問い合わせ先】

京都府中小企業技術センター  
中丹技術支援室

TEL:0773-43-4340 FAX:0773-43-4341  
E-mail: chutan@mtc.pref.kyoto.lg.jp