

## ねじのゆるみ事例 –トルク締め付け法の落とし穴–

キーワード：ねじのゆるみ、トルク締め付け法、繰返し締め付け、トルク係数、締め付け力

### はじめに

一本のねじのゆるみが時には重大な事故を招くことがあります、ねじを利用する者にとって、ねじのゆるみ防止は常に留意しなければならない重要な課題の一つです。ここでは、実際に発生したゆるみトラブルの一事例を紹介し、考えられる原因とその防止策について説明します。

### ゆるみに対する基本対策

ねじがゆるむメカニズムについては、すでに多くの文献で解説されています。中でも代表的な例として、図1のようなねじ締結体に、せん断型外力やねじり型外力が作用した時に発生するゆるみは、被締結部材とねじ部品との間に滑りが生じることによって発生すると説明されています。言い換えると、このような外力が作用しても被締結部材とねじ部品との間に滑りが生じなければゆるみは発生しません。すなわち、被締結部材とねじ部品との間に滑りを生じさせないだけの適切な締め付け力で締め付けることが、このような場合の基本的なゆるみ対策となります。

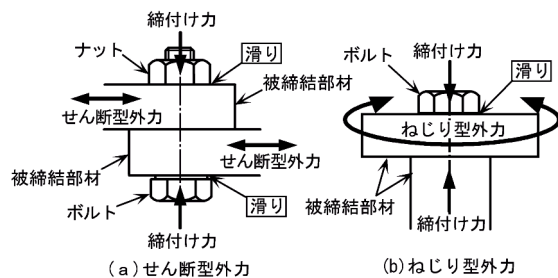


図1 ねじ締結体に作用する外力

### ゆるみ事例

府下のねじメーカーから、「船用エンジンの周辺装置に取付けられていたボルト・ナットがゆるんで脱落した」というトラブルについて相談が寄せられました。

エンジンの稼動とともに大きな振動外力が作用します。被締結部材とボルト・ナットとの間

に滑りが生じないように適切な締め付け力を設定し、締め付けに際してはトルク締め付け法による締め付け管理を注意深く行っていたということです。1年毎の装置点検では、一旦ボルト・ナットを外して再び締め直しを行っています。1ヵ月前に2年目の点検を行ったばかりで、もちろんこの時もトルク締め付け法による締め付け管理が行われています。

ねじの締め付け理論において、締め付けトルク(T)と締め付け力(F)の間には、次のような比例関係が成立します。

$$T = K \cdot d \cdot F \quad \dots\dots (1)$$

Kはトルク係数、dはねじの呼び径  
トルク締め付け法とは、式(1)の関係を根拠に、締め付けトルクを指標にして締め付け力の管理を行う方法です。トルク係数(K)は、おねじとめねじが接触するねじ面の摩擦係数と、ねじ部品と被締結部材が接触する座面の摩擦係数に依存した値であり、実際に使用するねじ部品と被締結部材の各予備試料を用いて締め付け試験を実施して求めておきます。

この事例の場合でも、当初の締め付けに先がけて締め付け試験を実施して、トルク係数を実測値として求めた上で、式(1)を使って締め付けトルクを計算しています。当初の締め付け、およびその後の装置点検における締め付けにおいても、計算されたトルクを目標値として締め付け管理が行われました。

### ゆるみの原因

本事例におけるゆるみ防止の基本的対策は、一見万全であるかのように見えます。しかし、そこにはトルク締め付け法の重大な落とし穴が隠れています。

図2は、本事例とは別のボルト・ナットを使った実験で、締め付けとゆるめを繰返し行った場合のトルク係数と締め付け力を測定した結果を

示します。この実験では、締付け回数が多くなるにつれて、ねじ面、座面の摩擦が増大して、そのためにトルク係数が大きくなっています。トルク係数が大きくなっているにもかかわらず、同じトルクで締付けを行った結果、繰返し回数が多くなるとともに締付け力が低下している様子が見られます。

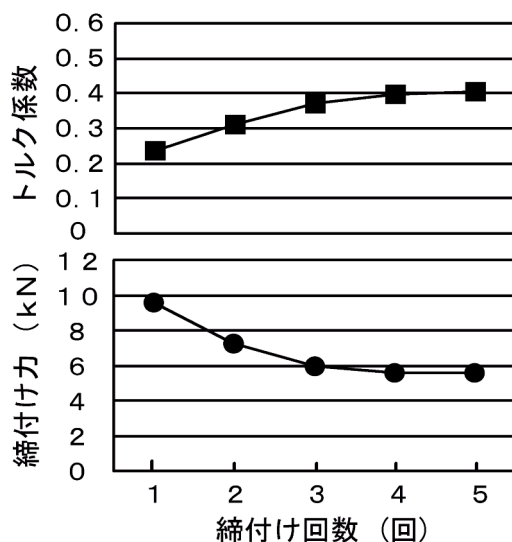


図2 繰返し締付け特性

本事例の場合も、1年目、2年目の装置点検で締め直しを行う度に、この実験と同じようなことが起きていたものと予想されます。装置点検の度にトルク係数が増大していたにもかかわらず、当初と同じトルクで締付けを行ったために、結果的に締付け力が低くなってゆるみが発生したものと想像できます。

ねじの締付けとゆるめを繰返し行う場合、トルク締付け法にはこのような落とし穴があることに注意しなければなりません。

### ゆるみ対策

本事例のように装置点検などでねじの締め直しを行う場合でも、常に安全な締付けを確保するにはどうすればよいのでしょうか？

上述のように、締付けとゆるめを繰返すことによってトルク係数が変化するのであれば、締付けを繰返す度にトルク係数の測定をやり直せばよいのです。しかし、一年後の装置点検でねじをゆるめた時点で、トルク係数の測定をやり直すための試料として、それと同等のボルト・

ナット、被締結部材を用意するというのは実際上不可能なことです。

そこで、より現実的で確かな方法として、ボルト、ナットなどのねじ部品を新しいものに交換してしまうという方法があります。ねじ部品を全て新しくすれば、ねじ面および座面の摩擦が当初と同じ状態、すなわちトルク係数が当初の値となって、当初と同じトルクで締付けることができます。座面摩擦を当初と同じ状態に戻すには、図3に示すような共回り防止機能を持つ爪付き座金あるいは舌付き座金を座面に組み込んでおきます。ボルト・ナットを交換する際に、この座金も一緒に交換すれば、ねじ面摩擦とともに座面摩擦も当初と同じ状態に復元することができます。トルク係数が当初と同じであるかが不確かなときは、それら新しいねじ部品であれば、予備試料を用意して締付け試験をあらためて実施することでトルク係数の値を測定し直すことも容易に出来ます。

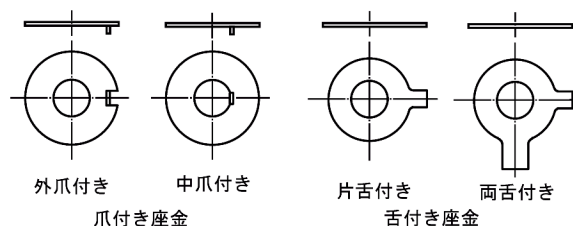


図3 共回り防止座金

### むすび

ねじの締付け管理を行っている現場では、95%以上がトルク締付け法を利用しています。トルク締付け法は、非常に簡便で扱いやすい方法ですが、使い方を誤ると紹介したようなねじのゆるみや、時にはねじの破損といったトラブルに結びつきます。

トルク締付け法を正しく利用するには、これから締付けるボルト、ナット、被締結部材のトルク係数の現在値が正確に把握されていることが大前提になります。前出の式(1)を十分理解して、事故の無い安全なねじ締めを行ってください。

本件のお問い合わせがありましたら、機械金属部金属材料系 森岡亮治二郎まで。

Phone:0725-51-2708

(作成者 角谷 秀夫/2003年10月31日)