

第27回 座金の種類と使用方法

特殊発條興業(株) 高見 正知

ねじで締結するとき、ボルトまたはナットを回転させて(締付トルク)ボルトに締め付ける力(軸力)を発生させて締結する。使用中に振動などで、締付力(軸力)が低下するとねじの「ゆるみ」が発生し、重大な問題となる。その「ゆるみ」を防止する目的で、各種の座金を使用されているので、その種類と使用方法について報告する。

1 ねじの締め付け

ねじの締結は図1の締付線図のようにボルトの伸びと締付物の縮みが釣り合い、締結される。

軸力はボルトまたはナットを回転させることで得られるが、同一トルクで締めても、座面形状、座金の種類、ボルトの長さなどにより、大きな違いを生じる。締付トルクと軸力の関係を把握し、適正な軸力で締結しないと「ゆるみ」「ボルトの破損」など重大問題となる。また、ボルトの強度により適性軸力が異なり、ボルトの伸び量も違うので、「ゆるみ」防止対策も変える必要がある。

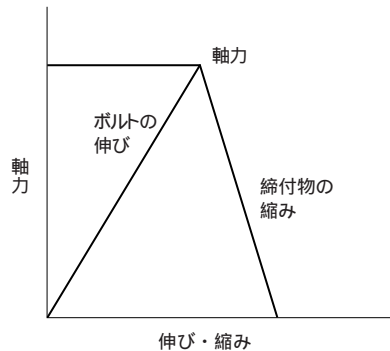


図1 締付け線図

「ゆるみ」「ボルトの破損」など重大問題となる。また、ボルトの強度により適性軸力が異なり、ボルトの伸び量も違うので、「ゆるみ」防止対策も変える必要がある。

2 ねじの「ゆるみ」

(1) ボルト、ナットが回転しないで「ゆるむ」時

締付物(座面)の陥没による軸力低下。

座面の粗さ、うねりに問題がある時に、その部分が塑性変形することによる軸力の低下。

ボルトの締付力(軸力)が適正でない場合。

大きな温度変化(高温、低温)が加わり、ボルトなどの塑性変形による軸力の低下。

(2) ボルト、ナットが回転して「ゆるむ」時

振動などによりボルトが伸び縮みを繰り返し、

ナットが回転することによる軸力の低下。

ボルトの締付力(軸力)が適正でない場合。

3 「ゆるみ止め」座金の機能分類

「ゆるみ止め」の方法により、以下に分類される。

(1) ボルト、ナットとの摩擦係数を上げ、ボルト、ナットの回転を防止する。

(2) 座金のばね反力を利用し、ボルトの軸力低下を防止する。

(3) 座金により座面への面圧を分散し、陥没などの低減を図り、軸力低下を防止する。

(4) ボルト・ナットと座金との摩擦を安定させ、締付時の軸力を安定させる。

以上のように分類されるが、座金によっては複数の機能がある。

4 座金の種類と機能

座金の種類と要求される機能を表1に、またJIS B 1251に記載されている各種座金の呼びと全圧縮荷重(計算値)代表的なボルトの締付荷重を図2に示す。全圧縮時荷重はばね座金軽荷重用、同重荷重用、波形ばね座金、皿ばね座金軽荷重用、同重荷重用の順に高くなっており、使用するボルトの強度に合わせて、ばね座金の選択が行われている。

表1 座金の種類と機能

No.	座金の種類	主な「ゆるみ止め」機能	推奨するねじの強度区分
1	平座金	座面の圧力分散	4.8以下
2	歯付座金	歯で摩擦係数を上げ、ナット・ボルトの回転防止	4.8~6.8
3	ばね座金	切り口部で回転防止。低締付の軸力低下防止	4.8~6.8
4	波形ばね座金	中締付での軸力低下防止。トルク・軸力特性の安定化	4.8~6.8
5	皿ばね座金	中・高締付での軸力低下防止。トルク・軸力特性の安定化。座面圧力の低減	4.8~10.9
6	高張力ボルト用平座金	高締付での座面圧力の低減(ボルトの伸びが多い時)トルク・軸力特性の安定化	9.8以上

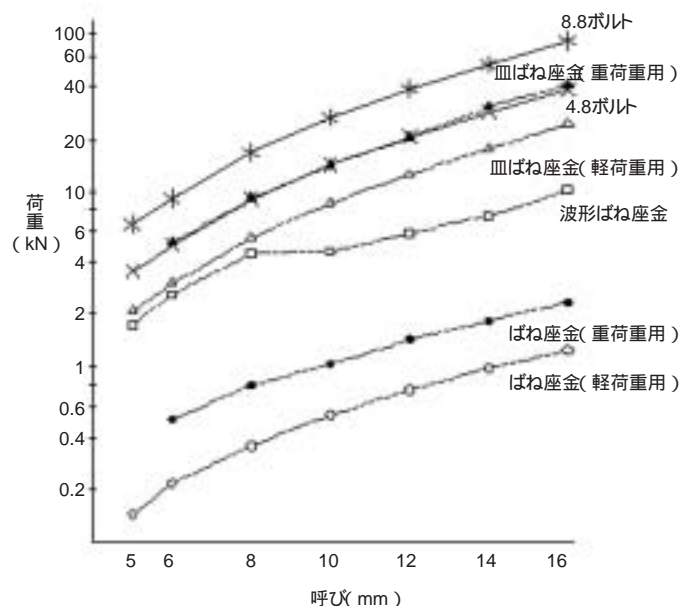


図2 各種ばね座金の全圧縮荷重と締付荷重

5 ばね座金の軸力低下防止機能

軸力低下防止機能は、ボルトまたはナットの座面と被締結物の座面との間にばね作用を働かせるもので、締結体に外力 P_e が働いた場合には、ばね座金はその両者の緩衝役とボルトの受ける外力を和らげる役割を果たすものである。

ばね座金がボルト締結に対して働く効果は、図3および図4に示すように、ドイツADOLF SCHNORR KGのG SCHREMMERが前述のねじの三角形で解析をしている。合成ばね定数 C_{bf} は、ばね座金のばね定数とボルトのばね定数 C_b との合成により $C_{bf} < C_b$ となって軟らかいばね定数となる。このため、図3、4で示すように、同一へたり(座面およびボルトのへたり)量 S を生ずる外力 P_e でも、ばね座金を用いた場合の方がボルトに働く外力 P_{eb} は小さくなり、また初期ゆるみ P_{if} も小さくなることを述べている。

C_b : ボルトのばね定数

C_{bf} : ボルトとばね座金との合成ばね定数

P_e : 締結体に作用する外力

C_p : 締結物のばね定数

P_i : ボルトの初期締付力

P_{eb} : ボルトに負荷された外力

P_i 、 P_{if} : へたりによる軸力低下

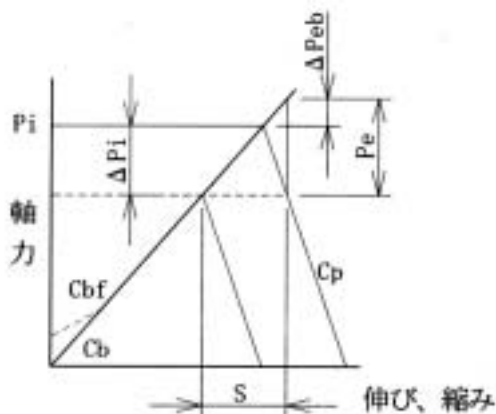


図3 効果の乏しいばね座金、又は使用しない場合

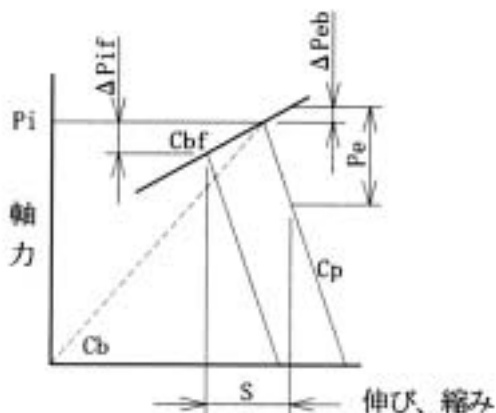


図4 効果的なばね座金を使用する場合

6 各種座金の使用方法

以下に、各種座金の特徴と使用方法について記す。

(1) 平座金(熱処理なし)

低軸力締付において、座面圧力の低減と相手座面の保護が必要なときに使用する。

(2) 歯付座金(JIS B 1251)

内歯形、外歯形、内外歯形、皿形の種類があり、座面に突き出た歯が被締結物の座面に食い込み、回転によるゆるみを防止する。座面にきずがつく欠点があり低軸力締付時に使用される。

(3) ばね座金(JIS B 1251)

最も一般的に使用されており、2号(一般用)、3号(重荷重用)タイプの2種類があり、切り口部がボルトまたはナットおよび相手座面に食い込み、回転の防止作用とばね作用により、軸力の低下を防止する。相手座面の保護として、平座金と併用して使用されることもある。軽荷重用は主に4/8の強度区分に、重荷重用は主に6/8の強度区分に主に使用される。

(4) 波形ばね座金(JIS B 1251)

ばね座金のばね反力を向上させるため、波形状にすると同時に相手座面への食い込みにより防止する。

座面でのねじの回転を安定させ、締付軸力を一定にすると同時に、ばね座金より大きなばね反力により「ゆるみ」を防止する。

(5) 皿ばね座金(JIS B 1251)

波形ばね座金よりばね反力が高く、一般ボルト用の1種と六角穴付ボルト用の2種があり、またボルトの強度区分により、軽荷重用(L)、重荷重用(H)が規格化されている。

JIS以外にも自動車用としてJASO F109-02(座金組込みボルト及び小ねじ)にも規格化され、低～高軸力での締結に使用されている。

より大きなばね作用による軸力低下の防止と、トルク-軸力特性の安定化、座面圧力を低減させることにより「ゆるみ」を防止する。

(6) 高張力ボルト用平座金(JSMA SC003)

高軸力締付用で、座面圧力を低減させ座面の陥没の防止と、ボルトの弾性を利用することで、トルク-軸力特性を安定化させ「ゆるみ」を防止する。

7 おわりに

ねじによる締結は古くから行われ、ゆるみ防止の方法も、いろいろな方法が行われている。座金の使用はその中で、安定性、費用の観点から、多く使われてきた。しかし、ねじ締結要因による問題が、まだ多く発生しており、ねじ締結での座金の重要性が再認識されつつある。今後、ますます市場での座金に対する品質、機能への要求が高まることが予想されるが、技術革新に遅れることなく、市場からの座金への要求に応えていきたい。