

第35回 各種ばねの試験方法について

元 三菱製鋼(株) 栗原 義昭

1. はじめに

ばねに要求される品質特性の中で、ばね特性および疲労耐久性が特に重要である。本報では、各種ばねのばね特性試験および疲れ試験における注意点について述べる。

2. 自動車用懸架コイルばね¹⁾

(1) 上下方向荷重試験

1) ばねの軸線を荷重方向に一致させて支持する (図1)。

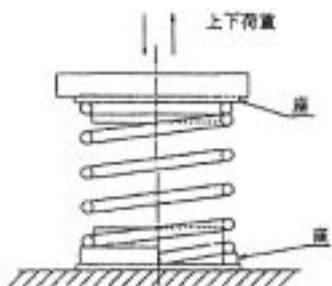


図1 ばねの支持および試験方法

- 2) 端末形状にシートの形状を合わせる。できれば、実物のシートを使用するのがよい。
- 3) 荷重時に端末に回転が生ずるので、片側のシートをベアリングを用いることにより回転可能にして、逃がすのがよい。
- 4) H/Dが3程度より大きなばねは、荷重時に胴曲りを生じて試験装置からばねが飛出す危険性があるので、上下のシートの中心をワイヤで締結するか、コイルばねの外側に円筒性のカバーを設けるのがよい。

(2) 疲れ試験

1) ばねの支持および試験方法は、図2および図3の方法がある。

- ① ばねの常用荷重時高さを測定する。
 - ② ばねの常用荷重時たわみを中心とし、バンプストロークに相当するたわみを振幅(片振幅)とする疲れ試験を行う。または最大荷重時高さとし、フリルバウンド時高さの間のたわみを繰返し与える疲れ試験を行う。
- 2) 疲れ試験において、実動応力と図面応力が異なること

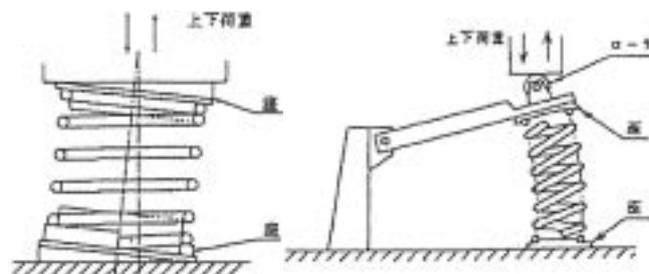


図2 ばねの支持および試験方法(実際の取り付け例)

図3 ばねの支持および試験方法(実際の取り付け例)

に留意する必要がある。実動応力は、ばねの最大たわみ時と最小たわみ時に、ばねの最大応力発生部位に三方向ゲージを貼って測定した応力値である。

3) ばねには、疲労耐久性を向上するためにショットピーニングが施工されている。ショットピーニングによる圧縮残留応力は、後工程の塗装工程で加熱されると低下して、ばねの疲労耐久性が低下する。この点を考慮して塗装、200℃以下で行うことが望ましい²⁾。

3. 自動車用重ね板ばね¹⁾

(1) 上下方向荷重試験

ばねは、図4のように両端の支持はローラ付き台車で支えるなどして摩擦を少なくし、中央部は、実際の取付状態と機能上類似の状態で作持する。非対称ばねの場合も、上下方向荷重が負荷されるようにする。また、ばね単体の上下方向荷重試験を行う場合は、図5の金具を荷重点にのせて荷重を加える。

(2) 疲れ試験

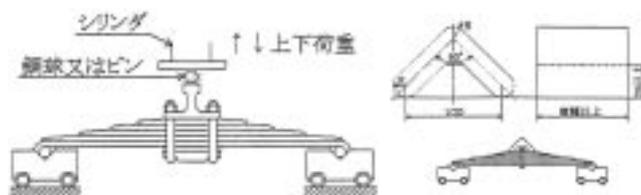


図4 ばねの支持および試験方法

図5 金具 単位: mm

1) ばねは、図6、図7、図8、図9、図10に示す例のように実際の取付状態と機能上類似の状態で作持する。非対称ばねの場合も、上下方向荷重のみが負荷されるようにする。

① ばねの常用荷重時のそり、または高さを測定する。



図6 ばねの支持および試験方法(コロ支持)

図7 ばねの支持および試験方法(シャックル支持)

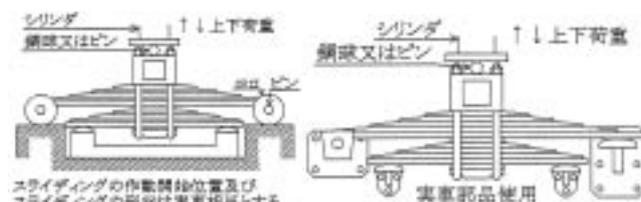


図8 ばねの支持および試験方法(コロ支持)

図9 ばねの支持および試験方法(スライディングシート支持)

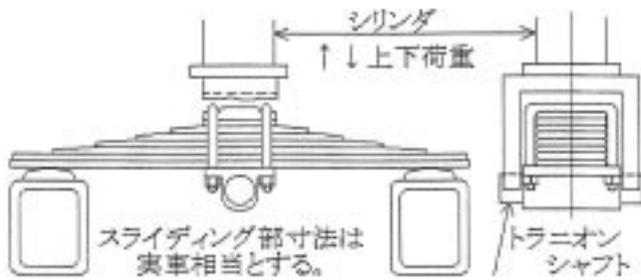


図10 ばねの支持および試験方法(トラニオンタイプ)

②ばねの常用荷重時のたわみを中心とし、バンプストロークに相当するたわみを振幅(片振幅)とする疲れ試験を行う。またはばねの常用荷重を中心とし、バンプストロークに相当する荷重を振幅とする疲れ試験を行う。

2) 疲れ試験において、重ね板ばねの板間摩擦力が経時変化し、約5万回加振後に板間摩擦力が、初期状態の約2倍となる。すなわち、疲れ試験を荷重基準で行う場合と変位(ストローク)基準で行う場合とを比較すると、応力条件が異なることに留意する必要がある。

一般には、変位(ストローク)基準で疲れ試験を行う。この場合には、板間摩擦力が経時変化によって増加しても、応力条件は変わらないので、疲れ試験方法としては望ましい。さらに板間摩擦力を有するために、発熱を考慮して試験速度を決める必要がある。

4. 鉄道車両および建設機械用コイルばね

4.1 鉄道車両用コイルばね

(1) 上下方向荷重試験

1) ばねの座面は、両端とも研磨されているので、図1に示すようにばねの軸線を荷重方向に一致させて支持する。

(2) 横方向荷重試験

1) 車両の制動時および発進時の横剛性を測定するために、上下および横方向荷重を負荷した試験を行う場合がある(図11)。この場合は片方の座を平行移動が可能のように支持するとともに、ばねが飛び出さないように保護装置を設ける必要がある。

(3) 疲れ試験

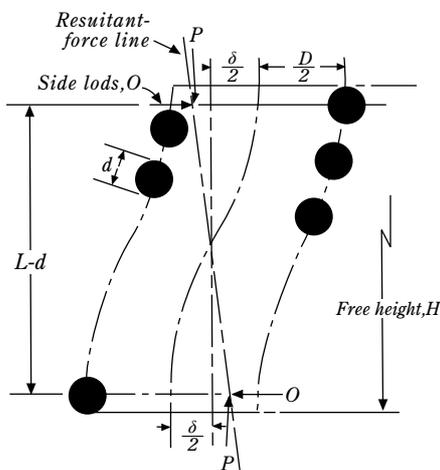


図11 横荷重試験

1) ばねの軸線を荷重方向に一致させて支持する(図1)。

4.2 建設機械用コイルばね

(1) 上下方向荷重試験

1) 鉄道車両用コイルばねと同様に支持する。

(2) 疲れ試験

1) 材料の直径が50~80φmmになるので、安全性を十分考慮して保護装置を設けるのがよい。

5. 線ばね³⁾

5.1 圧縮コイルばね

(1) 上下方向荷重試験

ばね特性は、①指定荷重時の高さが指定される。荷重時と減荷時でヒステリシスが生じるばねの場合は、どちらで測定するか規定する必要がある。

なお、熱間成形圧縮コイルばねでは測定前に試験荷重を1回負荷した後に測定するが、冷間成形圧縮コイルばねではその工程を省略してばね特性を測定するのが一般的である。

(2) 疲れ試験

冷間成形圧縮コイルばねには、円筒形のほかに円錐形、たる形、つづみ形などがある。素材断面形状も丸のほか矩形、卵形などいろいろな形状があるほかテーパ材のばねもあり、それぞれに合った疲れ試験を行う必要がある。

5.2 引張コイルばね

(1) 引張試験

指定長さ時の荷重、またはばね定数が規定される。引張コイルばね特有の初張力の測定は直接関係のある2点の荷重を測定し、ばね定数を決定したのち、たわみゼロ(0)のときの荷重を初張力とする。初張力の値は10~15%ばらつくので、測定荷重は圧縮コイルばねよりばらつくと考えた方がよい。

(2) 疲れ試験

使用状態での耐久試験を行う場合が多い。

5.3 ねじりコイルばね

(1) ねじり試験

指定ねじれ角度、または指定ねじれ角度時のモーメントが指定された場合は、測定方法も規定する方がよい。特に着力点、案内棒、作動方向は当事者間で協定しておくことが将来のトラブルを防止することになる。ばね特性は、ばねの末端形状、摩擦によって異なるので、特に必要な場合にのみ限定するのが望ましい。

(2) 疲れ試験

クラッチばねとして使用されるねじりコイルばねは、案内棒との公差が一般使用ばねよりきびしい。異形断面線の場合は特に巻き方でコイル部が斜めになっていると、使用時に摩擦により摩擦力が減少し、ねじれ角度のモーメントが初期設定値より低くなる。したがってクラッチとしての機能を果さなくなるので、斜め巻きになっていないかの確認、または疲れ試験による確認を入れるのが望ましい。

参考文献

- 1) JASO C604:1999 自動車用懸架ばね強度試験方法
- 2) JSMA SD001:2002 ショットピーニング規格
- 3) ばねの設計と製造・信頼性 ばね技術研究会編(2001)

