

【 第 1 章 】

ばねの使い方・使われ方

ばねの定義

①物質に力を加えると

物質は形を変えられると元の形に戻ろうとする復元力を持っています。これは、物質を構成する原子には、互いに引っ張り合う引力と押し離す反発力の2種類の力が働き、これらの力は平衡を保ち、分子あるいは原子はある一定の間隔を保っています。このような物質に圧縮の外力を加えると物質は縮み、原子や分子間には反発力が生じ、圧縮の外力を除くと物質は復元力を生じて元の状態に戻ります。反対に、物質に引張りの外力が加わると、物質は伸び、原子や分子間の引力が生じ、引張りの外力を除くと物質は復元力を生じて元の状態に戻ります。この外力と変形の関係が定量的に明らかになったのは、17世紀後半のロバート・フックの研究によるものとされています。この力と変形との比例関係はいわゆるフックの法則であり、ばねの場合にはこの比例定数がばね定数とといいます。

②「ばね」とは

物質に力を加えた時に生ずる復元力は、物質が形を変える間に外力によってなされた仕事、すなわち弾性的なエネルギーが開放されることに伴って生じるものとみることができます。この復元力を利用したものが「ばね」です。JIS B 0103に、「ばね」は「たわみを与えた時にエネルギーを蓄積し、それを解除した時、内部に蓄積されたエネルギーを戻すように設計した機械要素」と定義されています。

復元力を有する物質で構成される「ばね」が持つ基本的な性質または機能としては、次のようなことが挙げられます。

①物体を弾性的に保持する－荷重と変形の間に関係がある－

ばねに作用する荷重 P とそれによる変形との関係には、線形関係（図1-1-1(a)）、非線形関係（同図(b)(c)）、ヒステリシスループ（同図(d)）があります。

②復元力を利用する－弾性エネルギーを蓄積できる－

負荷過程で蓄積されたエネルギーは除荷過程で開放されます。同図(d)に示すようにヒステリシスループを描きます。このループで囲まれる面積に相当

するエネルギーが弾性エネルギーです。

③エネルギーを蓄積し解放する - 固有な振動数を有する -

ばねに荷重またはたは変形などを与えた後にそれを取り除くと、ばねはそのばねに固有の振動数をもって振動します。

④振動や衝撃を吸収または緩和する - 運動エネルギーを吸収する -

ばねに振動や衝撃を加えると、それを緩和させるように働きます。衝突の緩和機能を評価する基準として緩衝効率があります。

⑤復元力を応用したばね

復元力を利用したばねには、使用条件、ばねの機能によって表 1-1-1 に示すようなものがあります。

図 1-1-1 様々なばねの荷重特性

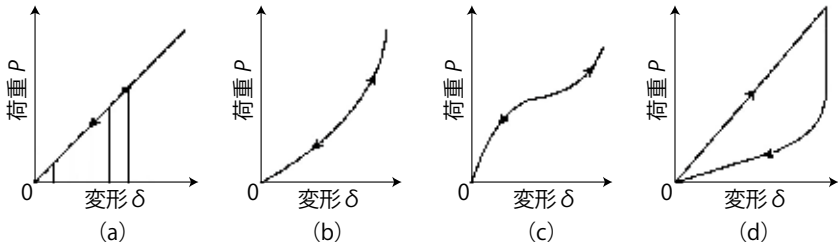


表 1-1-1 使用条件、ばねの機能によるばねの種類

| 使用される条件 | 機 能 | ば ね |
|--------------|------------|-------------------------|
| 静的条件で使用されるばね | 弾性的に保持 | はかりばね、安全弁ばね、ブルドン管式圧力系ばね |
| | 蓄積エネルギーの利用 | コードリールのばね、定荷重ばね |
| 動的条件で使用されるばね | 復元性の利用 | 弁ばね、调速機ばね、定荷重ばね |
| | 振動緩和 | 車両用懸架ばね、防振ばね |
| | 衝撃エネルギーの吸収 | 連結機、昇降機の緩衝ばね |

要点 ノート

「ばね」は「たわみを与えた時にエネルギーを蓄積し、それを解除した時、内部に蓄積されたエネルギーを戻すように設計した機械要素」です。

ばねの分類（機能について）

①ばねの分類

ばねの種類は多種多様で、その分類も見方によって異なります。(1) 形状による分類、(2) 材料による分類、(3) ばねの素片が受ける応力状態による分類、(4) 荷重特性による分類などがあります。

②形による分類

- ①重ね板ばね：ばね板を重ね合わせて構成した板ばね…図 1-1-2 (a)
- ②コイルばね：線、棒状または板状の材料をらせん形状に成形したばね…同図 (b)
- ③トーションバー：任意断面の棒状で、長手方向の軸回りにねじりを受けて使うばね
- ④スタビライザ：車体に遠心力が作用した場合の車体の横揺れを少なくするために取り付けられている棒を曲げたばね
- ⑤皿ばね：中心に孔の開いた円板を円すい状に加工し、圧縮方向にばね作用をする、底のない皿形のばね…同図 (c)
- ⑥渦巻きばね：平面内で渦巻き形をしているばね…同図 (d)
- ⑦ばね座金、止め輪：ばね座金はねじの緩み止めに用いるばね作用を利用した座金。止め輪は軸または孔に付けた溝にはめて、軸方向の移動を防ぐ輪状のばね
- ⑧竹の子ばね：長方形断面の材料の長辺がコイル中心線に平行な円すいコイルばね
- ⑨メッシュばね：細い線を布生地のように編んでクッション材として使われるばね
- ⑩輪ばね：円すい面を持つ内輪と外輪とを交互に積み重ねたばね

③応力によるばねの分類

ばねが受ける応力状態には引張り応力、圧縮応力、ねじり応力、曲げ応力、組合せ応力があります。それらの応力によるばねの分類を表 1-1-2、応力と荷重の線形関係と非線形関係およびヒステリシス関係の応力特性によるばねの分類を表 1-1-3 に示します。

図 1-1-2 ばねの分類

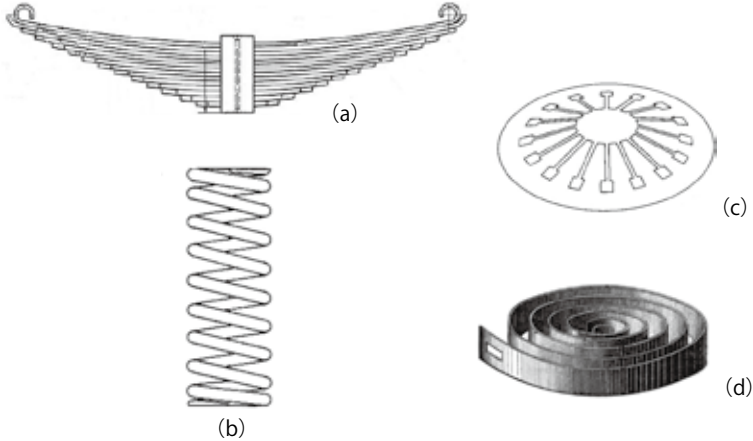


表 1-1-2 受ける応力状態によるばねの分類

| 応力状態 | ばねの種類 |
|---------------|---|
| 主として曲げを受けるばね | 重ね板ばね、板ばね ねじりコイルばね 渦巻きばね 皿ばね 歯付き座金、波形座金 |
| 主としてねじりを受けるばね | 引張りコイルばね 圧縮コイルばね トーションバー 竹の子ばね ばね座金 |
| 引張り、圧縮を受けるばね | 輪ばね 曲げコイルばね |
| 組合せ応力を受けるばね | 横荷重を受けるコイルばね ガーターばね |

表 1-1-3 荷重特性によるばねの分類

| 荷重特性 | ばね |
|---------------------|------------|
| 線形ばね | 円筒圧縮ばね |
| | 引張りコイルばね |
| | ねじりコイルばね |
| | トーションバー |
| | 非接触型渦巻ばね |
| 非線形ばね (ヒステリシスなし) | 皿ばね |
| | 不等ピッチコイルばね |
| | テーパコイルばね |
| | 2段ピッチコイルばね |
| | 磁気ばね |
| 非線形ばね (ヒステリシスあり) | 重ね板ばね |
| | 接触型渦巻ばね |
| | 輪ばね |
| | 竹の子ばね |
| | エリゴばね |

要点 ノート

ばねは様々な種類があり、その分類も多岐にわたります。主な分類に、形状による分類、応力状態による分類、荷重特性による分類、材料による分類などがあります。

自動車に使われるばねの種類

自動車用の部品としては様々なばねが使われており、1項の「ばねの定義」における全ての機能を用いているといっても過言ではありません。したがって、自動車部品におけるばねの使われ方を知るということは、ばねの機能だけでなく要点や注意点を知ることにつながります。といっても、自動車に用いられているばねは非常に多いので、その全てをここで紹介することはできないので、以下の代表的なばねについて14～29頁で紹介します。

① 懸架ばね

乗り心地や走行性を左右する懸架ばねには、コイルばねと板ばねタイプがあります。サスペンションばねとも呼ばれ、大形なばねであることから材料を加熱しながら加工したり、成形後に熱処理で強度を高めたりする方法で作られます。車両の足回りにあるため耐防錆対策が必要となり、作動回数も多い動的ばねです（図1-2-2）。

② 弁ばね（バルブスプリング）

弁ばねはエンジンのシリンダ内の吸排気をつかさどる動的用途のばねで、高い耐久性が要求されます。またエンジンの燃焼部で使われるため高温環境となります。このため、ばねの設計の注意点も多く、材料選定も重要となります。もちろん、品質保証の観点から製造方法から検査までトータルな管理が要求されます。

③ トランスミッション

自動車はエンジンの回転を車輪に伝達し走りますが、直接ではなく変速機を介してその伝達比率を変えます。普段は目に触れることはありませんが、ギヤを変えるために様々なばねが使われていて、コイルばねのほか、皿ばねやウェーブスプリングというばねも用いられます（図1-2-3）。

④ シートスプリング

乗り心地に直接関わるのがシートスプリングです。最近では鋼線を用いたものからウレタンを用いたものに代わりつつあります。

⑤ ファスナー

自動車の組立は、手間がかかるねじや溶接を用いずに簡単に部品を固定する