

第1回 ばね材料の選択

鈴木金属工業(株) 林 博昭

1. ばねとばね材料

ばねにも様々な種類があるようにばね材料にも多くの種類がある。これらの関係はランダムな組み合わせにはなく、ある程度定まった関係をもっている。

これらの関係を知るには二つの方法がある。一つは材料からばねへ辿り、どの材料はどのようなばねに用いられているのかということに観点を置く方法、もう一方は逆にどのばねはどのような材料が用いられているかということに観点を置く方法である。

結論から言えば後者の方が手っ取り早い。既に実績があるからである。実績があるということは、100%ではないにしろ、その材料がそのばねに要求される特性をあらかじめ満足しているということに他ならない。

しかし、ばねを設計・製造しようとした時、必ずしもその用途に対して実績があるとは限らない。その場合は、まず、ばねの用途及び要求されるばね特性を明確にすることである。用途がわかれば、概ね要求されるばね特性が自ずと予測がつく。

2. ばねの用途及び要求される特性

ばねの用途とその具体的事例についてはばね技術研究会(現 日本ばね学会)編集の「ばねの種類と用途例」(日刊工業新聞社刊)が発行されており、用途によってどのような特性が要求されるか言及されているので、詳細はそちらを参考にされたい。

本稿ではばね材料の対象を金属材料に限定する。「ばねと疲労」でも触れているように、ばねにおける折損とへたりは回避すべき最重要事項である。しかし、この二点は設計というプロセスによって定まり、その設計のためには材料の種類が選定されないと設計因子が定まらず、設計ができない。すなわち、まずばねがどのような用途に用いられ、どのような材料を用いるのが適当かという選定作業が必要となる。

材料に要求される特性には次のようなものがある。

① 耐環境特性

耐食性・耐候性に代表される特性で、平たく言えばさびにくいということになる。懸架ばねに要求される耐腐食疲労性を初め耐遅れ破壊特性、耐力腐食特性、耐水素脆化特性も耐環境特性の一種である。

② 耐熱性・耐酸化性

いわゆる耐熱性で、高温になると耐酸化性も併せて要求されることが多い。

③ 恒弾性

一般の金属材料は温度の変化に応じて弾性係数も変化するが、秤、精密機器、時計のひげゼンマイなどでは弾性係数の温度依存性の少ない材料が要求される。

④ 導電性

電子機器などのばねでは、ばね自体に高い導電性を要求

される場合がある。

⑤ 磁気特性

電子精密機器などで、ばね自体が非磁性であることを要求される場合がある。

⑥ 軽量化

航空宇宙、スポーツの分野では一般の材料よりも、より軽量であることが必要とされる傾向が高い。

⑦ 超弾性・形状記憶特性

センサとアクチュエータを兼ねた形状記憶合金によるばねは、従来のハイメタルの変位を大きくしのご特性であり、その特性の一部を利用した超弾性も全く新しい特性である。

⑧ 高弾性・高強度

用途によってはコストを犠牲にしても、強度が高く、耐疲労性と耐へたりにすぐれる材料が要求されることがあり、特殊な材料が開発されている。

これら要求特性に応じた材料は複数ある場合が多く、どの材料を用いるかは、要求特性レベルとコストを考慮しなければならない。表1にばねに要求される特性と対応する材料の性能とコストの目安を示す。高コストの材料ほど市場に存在する比率が少ないのが常で、適用可能な寸法、入手までの期間など制限が多いことを念頭に入れておく必要がある。

3. 高強度化と信頼性

前述の①～⑦のいずれの要求特性においても、材料が高強度であることが望まれる。理由はばねが弾性限を設計の強度因子に用いているためで、多くの金属材料の場合、引張強さと弾性限は比例関係にあり、高強度材ほどばね設計の自由度が高まるからに他ならない。

しかし、高強度化は耐環境特性、耐熱性、導電性といった特性においては、性能を劣化させる因子であり、加工性、疲労特性からもきず感受性が高まる方向にあるので注意しなければならない。

JIS においても強度規格が複数ある材料では、上記の注意が必要であり、また、硬鋼線とピアノ線では母材の製造プロセスを含めて、きずに関する管理水準が異なり、目に見えない信頼性という点において違いがあるので注意せねばならない。

高強度化に関しては、材料メーカーも手をこまねいているわけではなく、弁ばね材料では表面傷取り技術、渦流探傷技術、非金属介在物組成制御を確立し、高強度化を図っており、懸架ばね材料でも腐食疲労に強い鋼種開発による高強度化が進んでいる。このような材料の実例は、ばね技術研究会編集の「ばね用材料とその特性」(日刊工業新聞社刊)に紹介されている。

参考文献

1) ばね技術研究会編 「ばね用材料とその特性」 日刊工業新聞社

表1 ばね材料に要求される特性と対応する材料の性能及びコスト

必要とされる特性	性能	コスト	材 料
耐環境特性 耐食性・耐候性	△	○	めっき処理
	△	○	プレコート材料（亜鉛、ニッケル、すず）
	△	△	銅合金材料
	○	△	ステンレス鋼
	◎	×	Co基合金, Co-Ni基合金
	◎	×	チタン, チタン合金
耐熱性・耐酸化性	△	◎	ばね鋼
	○	○	合金工具鋼
	○	○	ステンレス鋼
	◎	△	Fe基超合金
	◎	×	Ni基超合金
	◎	×	Ni-Co基超合金
恒弾性	○	△	Fe-Ni系エリンバー合金, Fe-Co系エリンバー合金
導電性	△	○	めっき, クラッド処理
	○	△	銅合金材料
磁気特性	△	○	ステンレス鋼
	○	○	銅合金材料
	○	×	Co基合金, Co-Ni基合金
軽量性	○	×	チタン, チタン合金, マグネシウム合金
超弾性・形状記憶特性	○	×	Ni-Ti合金, ゴムメタル
高弾性・高強度	○	×	Co基合金, Co-Ni基合金, マルエージング鋼
性能：同じ特性の中における相対的な性能目安 コスト：線径1.0mm前後の相対的に比較した目安			