

第24話 コイルばねの弱点はどこ

2008年7月17日 作成

萩原芳彦

図1(a)は密に巻かれたコイルばねの概略図である。このコイルばねに生ずる応力が最大となるところ、すなわち危険箇所はどこであろうか。

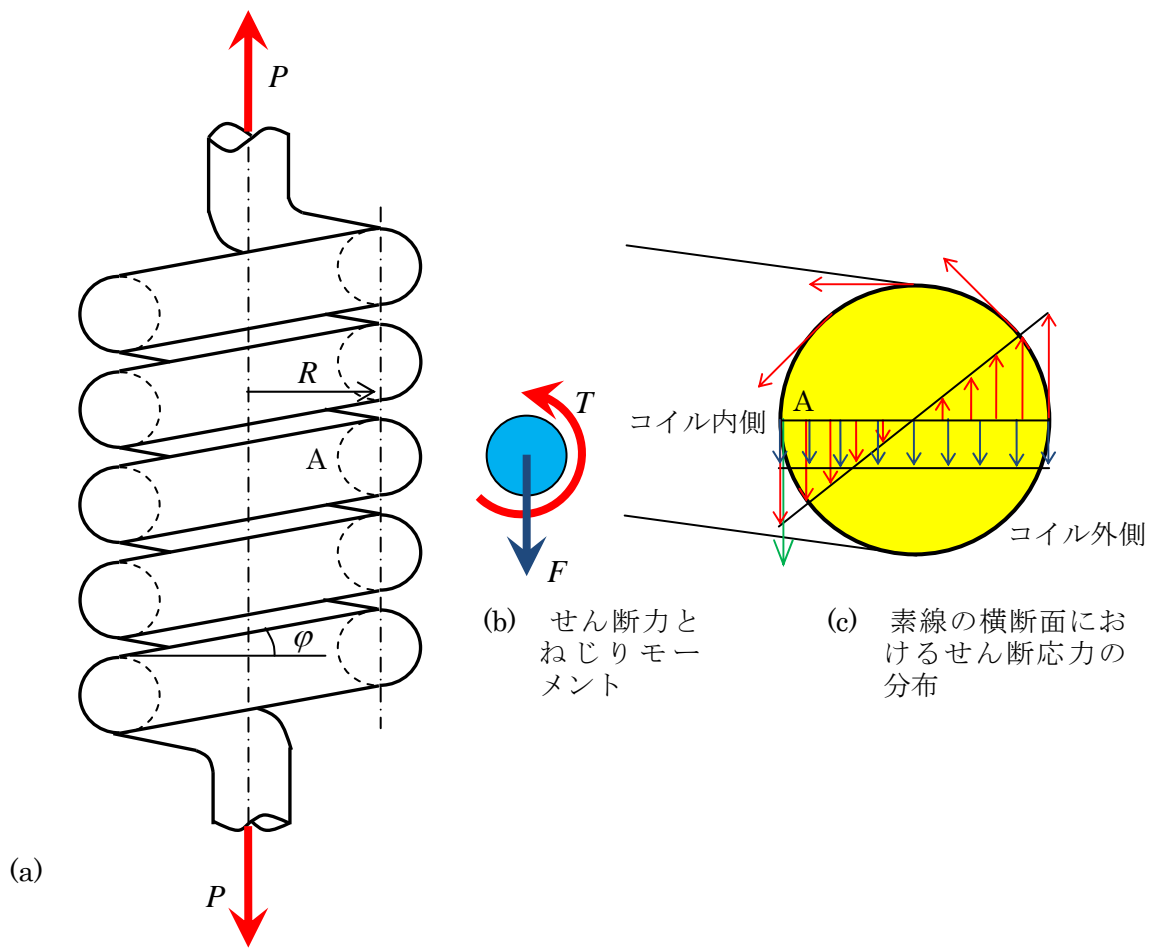


図1

結論を先に述べれば、**正解は、コイルの内側表面である。**

通常、コイルばねには軸方向に図 1(a)のような引張り（あるいは圧縮）の荷重が作用する状態で使用する。したがって、図に示す角度 φ が十分小さく、コイルが密に巻かれた密巻きコイルばねの場合、コイル素線横断面には、図 1(b)のように、ねじりモーメント T とせん断力 F が生じ、曲げモーメントの影響は少ないと考えてよい。詳しくは、例えば「よくわかる材料力学」110 ページ以降に示してある。

ねじりモーメントによる丸軸内のせん断応力の最大値（主せん断応力）は横断面上に生じ、図 1(c)に赤で示した矢印のように素線の円周接線方向を向く。また、その大きさは中心からの距離に比例し、素線表面で最も大きくなる。一方、せん断力によるせん断応力は図 1(c)に青色で示した矢印のように、コイルばねの軸方向（荷重負荷方向）に生じ、図 1(c)に分布を示した個所で最大となる（せん断力によるせん断応力の分布の厳密な計算並びに分布状況は教科書 69 ページ 4・3 節などを参照してもらいたい）。

ねじりモーメント $T = PR$ 、せん断力 $F = P$ によって、それぞれ生ずる応力を重ね合わせたものが実際の応力として存在するので、図 1(c)に緑の矢印で示したコイル素線の内側表面 A において最大のせん断応力が生ずることになる。このことは、**ばねが引張られた状況でも圧縮された状況でも変わらない**。さらに、素線は円形に湾曲しており、その状態での丸棒のねじりは真直ぐな丸棒のねじりと異なり、その影響によりコイルの内側の応力はさらに高くなることになる（詳しくは、鶴戸口、川田、倉西共著、材料力学（上）、裳華房など参照）。

このように密に巻かれた**コイルばねの応力が最大となるのは観察のし難いコイルの内側表面**となる。保守点検などの時にはこのような個所に注目して検査をする必要がある。特に材料の特定個所に大きな欠陥がない限り、長期にわたって使用した場合、疲労などで亀裂が入るのは目視しにくいこのようなコイルの内側である。なお、疲労亀裂の進展する方向はせん断応力の最大となる横断面とはならないことのほうが多いことも記憶に留めておくといえよう。

軸のねじりにおいては表面における応力が最大となるため、コイルばねの素線の表面強度を向上させる様々な製作加工方法もとられている。さらに、コイルの巻き方が粗い場合には図 1(a)に示した角度 φ が無視できなくなり、曲げモーメントの影響も出てくる。このような場合には、曲げ応力の影響も考えなければならない。したがって、一般のコイルばねの設計、製作時には、ねじりモーメントやせん断力の影響だけでなく状況に応じた様々なことが考慮されている。