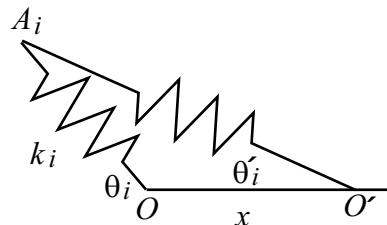


第3回 機械振動基礎論 補足資料

質問，コメント歓迎しますので，どんどん質問してください。

質問の文章は原文のまま。

Q1 この図の意味がよく分かりません。



A1 A_iO は系が静的平衡状態にあるときのばねを表しており， A_iO' は質量が x だけ変位したときのばねを示しています。

Q2 分配ばねの等価剛性の出し方が分かりませんでした。

A2 分配ばねでは，左のばね支持点から l_1 ，右のばね支持点から l_2 だけ離れた点に静的な力 F を作用させたとき，ばね反力 $-k_1x_1$ ， $-k_2x_2$ と F との間には以下の釣り合いが成立しています。

$$-l_1F + (l_1 + l_2)k_2x_2 = 0$$

$$F = k_1x_1 + k_2x_2$$

一方，ばねの位置における変位 x_1 ， x_2 を用いて，力作用点の変位 x は内分点の公式を用いて

$$x = \frac{l_1x_2 + l_2x_1}{l_1 + l_2}$$

で表されます。これらの3つの式から x_1 ， x_2 を消去して x と F との関係式を導けば，等価剛性が計算できます。

Q3 材料力学でのはりのたわみはばねと比べると微小なものだと思うのですが，はりのたわみとばねを同一視していいのですか？

Q4 最後のローターを支えるベアリングがばねになっているとは考えにくかったです。

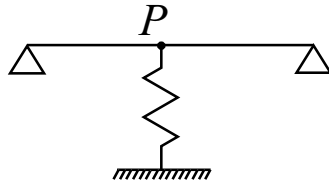
A3,4 上の2つの質問は別々のことを聞いているのですが，関連していますので，同時に回答いたします。まず，「材料力学でのはりのたわみ」と言っているのは，「線形弾性論が成立する微小なはりのたわみ」のことと思います。振動学で一種のばねと考えているはりのたわみも線形範囲ですので，微小なたわみであり，質問者が言うところの「材料力学でのはりのたわみ」です。コイルばねの変形は素線のねじり変形が直列に繋がって増幅されたものであり，通常その変形はトルクに対するねじり変形が線形の範囲です。したがって，理論的にはどちらも線形な範囲で議論していますので，「同一視」して良いことになります。はりの変形はコイルばねの変形ほど大きくない印象に影響を受けるとは思いますが，はりを同じ剛性を持つコイルばねに置き換えることが可能です。

また，部品の剛性が十分に高く，剛体としてみなせるかどうかは，剛性係数の絶対値ではなく，加えられる力の大きさと無視できない変形の大きさによって相対的に決定されます。ベアリングの剛性は玉軸受でも $10 \sim 200 \text{ N}/\mu\text{m}$ 程度であり，十分に剛体とみなせる場合も多いですが，ミクロンオーダーの変形を考えると無視できない「軟らかさ」です。また，油や空気を用いた流体軸受

けも広く使われており，その剛性は玉軸受よりもさらに低い値となりますので，剛性係数を把握しておく必要があります．

Q5 並列ばねと直列ばねの判別ができる自信がないです．（同様1名）

Q5'（下図を示して）なぜ並列なのかよく分かりません．



A5 講義では，両端支持ばりのたわみを考慮した場合，一種の直線ばねとみなせることを説明しました．上の図はその両端支持ばりの中央部と固定壁とをばねで結合した構造です．点 P が下向き（または上向き）に x だけ変位したとすると，両端支持ばりの変位とばねの変位はどちらも x となりますので，「変位が共通であれば並列ばね」となります．

一方，下の図は上の図に大変よく似ていますが，下の図では点 P が下向き（または上向き）に x だけ変位したとしても，点 P' の変位は x になりませんので，「変位は共通」ではありません．この場合には点 P と点 P' に作用する「力が共通」ですので，「力が共通であれば直列ばね」となります．

