

清水先生の



Robocon Basic Study

第13回

しみず まさし
清水 優史

座屈ーバックリングー

部品の形状が細長いと、圧縮力だけで曲げが加わらなくてもなぜか材料が曲がってしまい、壊れやすいことは経験的に知っているでしょう。この現象は座屈と呼ばれるものです。今回はこの座屈を扱います。

1. 座屈とはどんな現象か

材料の強さは材料を引っ張った時どれだけ伸びるかで表現されることは前に述べました(『第14回 天然素材を見直す』(ロボマガNo.17))。これを、材料の大きさの影響を除くため、単位断面積あたりの力(応力)と伸び割合(ひずみ)の関係として表すと、弾性変形範囲においては材料に固有な一定の強さが得られます(図1参照)。このことはイギリス人の医師ヤングにより最初に発見されたので、「応力/ひ

ずみ」の値はヤング率と呼ばれています。図1に示したように材料を圧縮した時も、材料があまり細長くない時には、応力、ひずみ関係は伸びと同じになります。従って材料の強さはヤング率で表されることになります。

しかし、材料がある程度以上細長くなると、応力がある値をこえると材料は突然曲がり始め、さらに力を増すと曲がりが大きくなり破壊にいたります。これは細長い材料の不安定現象によるもので、曲がった状態がまっすぐな状態よりも安定している場合に生じます。

座屈が生じると、材料の強さはヤング率でなく、曲げ強さで決まることになります。曲げ強さはしばしば圧縮強さよりずっと小さいので、マシンの設計においては座屈が起きないように注意する必要があります。

2. 座屈荷重

では座屈はどれくらいの圧縮力が加わると起きるのでしょうか。それは断面の形状に強く依存します。長さ h (mm)、ヤング率が E (kgf/mm²)の断面が一樣な材料の場合には、座屈の始まる力 F_b は

$$F_b = n\pi^2 EI / h^2 \quad (1)$$

となります。この式の中の I は断面2次モーメントと言われる量でありこれが断面形状により決まる量なのです。式中の n は材料の両端がどのように固定されているかにより決まる値で、図2に示すようになります。

例として図3 (a) に示すような、断面が横 a mm、縦 b mmの材料を考えてみましょう。このような形状では薄い方に曲が

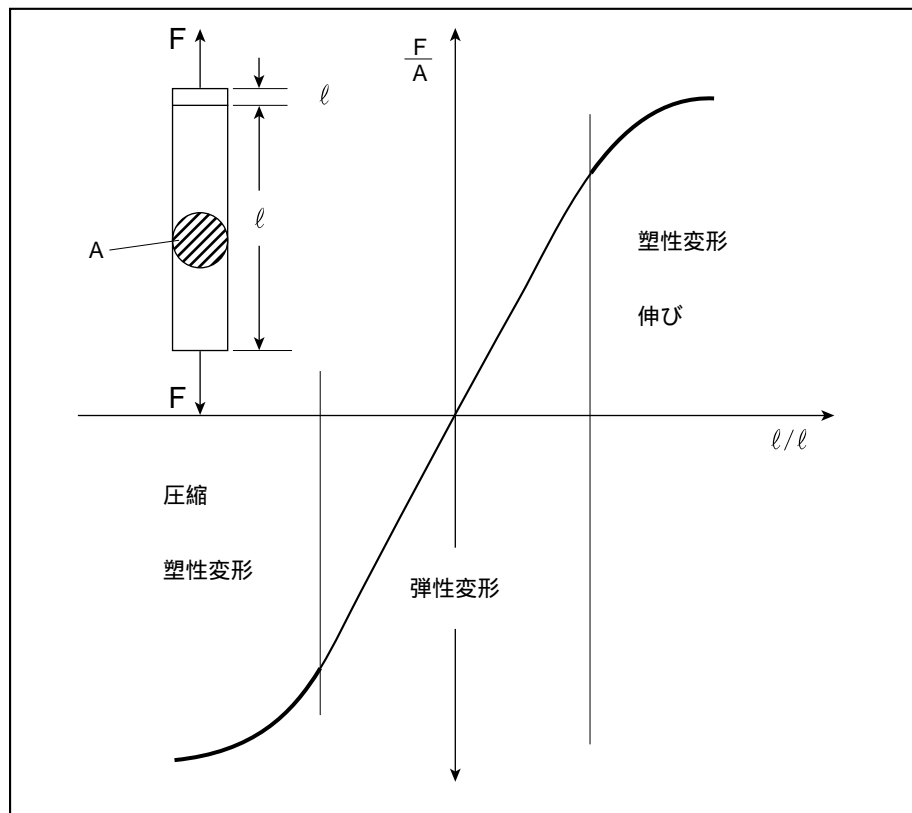


図1 材料の応力とひずみの関係 弾性変形と塑性変形

