

サイエンス通信 (7)

くるっと回せば強さ倍増！

6月になりました。大阪も梅雨入りしました。「たのしいサイエンス通信」の読者のみなさんは、教室で暑いときに下敷きでうちわ代わりにパタパタとあおいだことがあるでしょう。このとき下敷きの面を上下または左右に往復させて風を起こして下敷きが湾曲するくらいにあおいでいたと思います。一方で薄い面を振ってあおいだことがありますか？風が起きるどころか包丁で切られるような感じで危ないですね？あおぐ(曲げる)面を変えるだけで変形の仕方が違うことに注目してみましょう。

ここで、曲がる様子を単純化するために「梁(はり)」で考えてみます。「梁(はり)」とは、建物の水平方向に使われる部材のことです。(図1)

曲がる様子をより明確にするために「片持ち梁」(片方を固定した梁)で考えてみましょう。(図2)

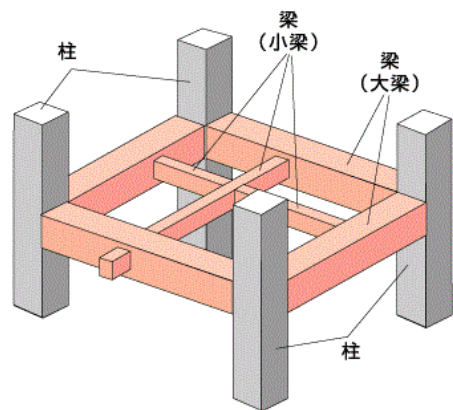


図1：梁(はり)と柱

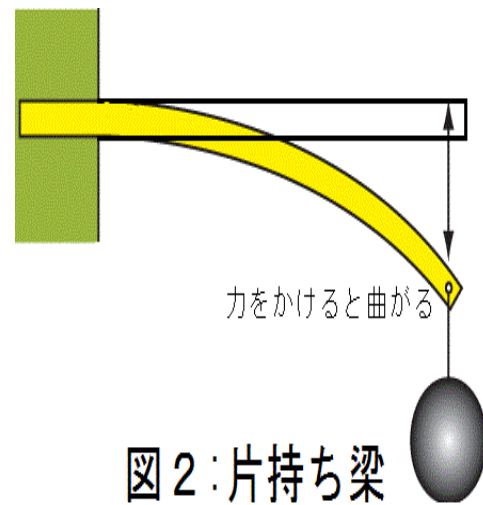


図2：片持ち梁

図3の片持ち梁においてAは正方形断面、Bは長方形断面です。さて、どちらが曲がりやすいでしょうか？また、図4の片持ち梁はA Bともに同じ寸法の長方形断面ですが、どちらが曲がりやすいでしょうか？断面をよく見てください。梁の厚みに注目すると、薄ければ薄いほどプールの飛び込み板のように曲がりやすいというのが経験的にわかると思います。冒頭の「下敷きうちわ」の話です。

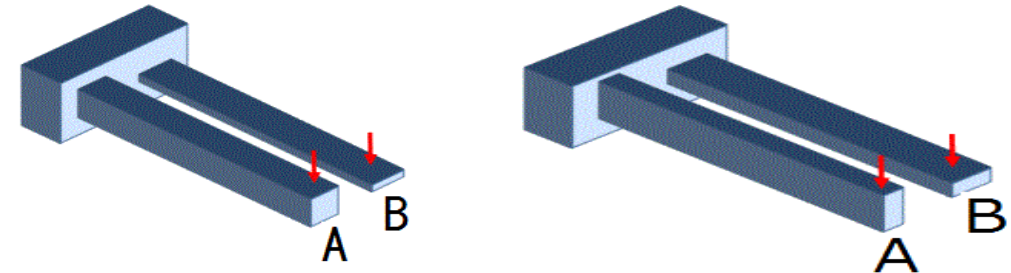


図3：曲がりやすいのはどっち？ 図4：長方形断面の片持ち梁

この「曲がりやすさ」「曲がりにくさ(曲げ強さといいます)」

の決め手になるのが「断面係数 Z 」という値です。

この値が大きいほど曲がりにくいのです。

しかも、材質には関係ないのがすごいところです。

ここで幅 b 高さ h の長方形断面の

断面係数 Z は次の式で表されます。(図5)

$$Z = \frac{bh^2}{6}$$

図5：長方形断面の断面係数 Z

では、計算で図4の断面A、Bを

確かめてみましょう。断面A、B

の断面係数を Z_A, Z_B とします。

断面の寸法は幅 $b=30\text{mm}$ 、厚み(高さ)

$h=2\text{mm}$ とします。(図6)

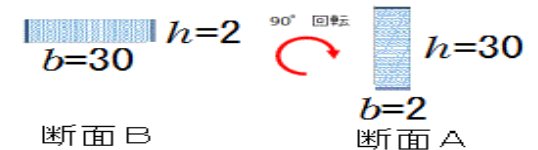


図6：断面係数の比較

$$Z_B = \frac{bh^2}{6} = \frac{30 \times 2^2}{6} = 20$$

$$Z_A = \frac{bh^2}{6} = \frac{2 \times 30^2}{6} = 300$$

いかがですか？断面の使い方をちょっと変える(回転させる)だけで、曲げ変形に対する強さが15倍も違ってきます。これは、材料力学(構造力学)の考え方で材料を無駄なく使うための設計技術です。その他いろんな断面形状の断面係数を求めることができますが、実は数学Ⅲの定積分で計算ができます。もっとも、設計時に面倒な計算をせずに設計便覧に公式があるので、それを使っています。曲がっちゃいけないところは、断面が縦長の部材になっていることを、ぜひ確かめてみてください。おもしろい発見があるかもしれません。(隆)