

力学 レポート問題 第7回目

問1 教科書 p.18~p.20 を開いて、減衰振動について、次の問に答えなさい。

川の水面から 35 m の高さにある橋の上から、10 m のゴムひもをつけて 60 kg の体重の人がバンジ ジャンプをした。橋の上から 30 m 下まで落下して跳ね返った。ゴムひものばね定数 k をエネルギー保存則 $mgh = \frac{1}{2}kx^2$ から求めなさい。落下した高さ $h = 30$ m と、ゴムひもの伸び $x = 30$ m - 10 m = 20 m を用いる。

で計算したばね定数 k ($= 88.2$ N/m)と体重 $m = 60$ kg を用いて、角振動数 ω を求めなさい。

このバンジ - ジャンプでは、 $m = 60$ kg の体重の人をゴムひもに静かにぶら下げたときのつり合いの長さ L_0 の上下で減衰振動をする。橋の上から人までの距離を L とすれば、

$$L(t) = L_0 + Ae^{-\gamma t} \cos(\sqrt{\omega^2 - \gamma^2}t + \alpha)$$

(橋から 30 m 下まで落下して跳ね返った瞬間を $t = 0$ とする。)

で表される。力のつりあい $F_{\text{重力}} = F_{\text{弾性力}}$ すなわち $mg = kx = k(L_0 - 10 \text{ m})$ の条件から、つり合いの長さ L_0 を求めなさい。

減衰率 $\gamma = 0.3 \text{ s}^{-1}$ として、小さくなった角振動数 $\omega' = \sqrt{\omega^2 - \gamma^2}$ を計算しなさい。

大きくなった周期 $T' = \frac{2\pi}{\sqrt{\omega^2 - \gamma^2}} = \frac{2\pi}{\omega'}$ を計算しなさい。

位相 α と振幅 A は、 $t = 0$ で $v = 0$ の条件を用いて、 $\tan \alpha = -\frac{\gamma}{\omega}$ と $30 \text{ m} = L_0 + A \cos \alpha$ から計算できる。位相 α と振幅 A を求めなさい。

30 m 下まで落下して次の最高点(極大点)まで跳ね上がるのは $t = \frac{T'}{2}$ [s]後である。橋の上から何 m 下の位置まで跳ね上がるか、 $L\left(\frac{T'}{2}\right)$ を計算しなさい。 で振幅 A と位相 α

が求められなかったときは、 $A = 13.74 \text{ m}$ 、 $\alpha = -0.243 \text{ rad}$ を用いなさい。

抵抗が大きくなり、減衰率 γ が $\gamma = \omega$ になったとすると、ジャンプした人の運動はどのように変わるか、簡単に説明しなさい。

以上



1940年アメリカ、ワシントン州、タコマ橋の落下事故。開通してわずか4ヶ月後、たった風速 19m/s という風によってねじれ振動が生じ、その振幅が増大してケーブルが破断され、遂には落下してしまいました。計算上では風速 60m/s まで耐えられるはずでした。

1850年フランス、バス・シェーヌ吊橋の大惨事。500人の歩兵隊が行進していたところ、一度に487人が吊橋と一緒に落ち、そのうち226人が亡くなりました。軍隊の歩調に吊橋が共振してしまったからだといわれています。それからフランスでは「吊橋の上で歩調をとるべからず」という立て札が立てられるようになったそうです。

<http://okumedia.cc.osaka-kyoiku.ac.jp/~masako/exp/melde/midika.html>

から引用しました。