## 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 $\omega$ 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、

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

(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 m) の条件から、つり合いの長さ  $L_0$ を求めなさい。

減衰率 $\gamma=0.3~{
m s}^{-1}$ 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 $\alpha$ と振幅 A は、t=0 で v=0 の条件を用いて、 $\tan \alpha = -\frac{\gamma}{\omega}$  と 30 m =  $L_0 + A\cos \alpha$  から計算できる。位相 $\alpha$  と振幅 A を求めなさい。

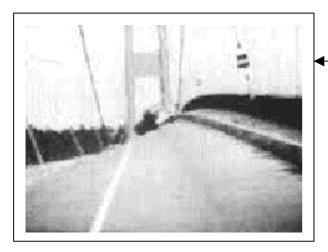
30 m 下まで落下して次の最高点(極大点)まで跳ね上がるのは $t = \frac{T'}{2} [s]$ 後である。橋の

上から何 m 下の位置まで跳ね上がるか、  $\mathit{L}\!\!\left(\frac{T'}{2}\right)$ を計算しなさい。 で振幅  $\mathit{A}$  と位相 $\mathit{\alpha}$ 

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

抵抗が大きくなり、減衰率 $\gamma$  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 の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。