

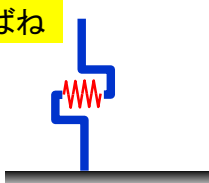
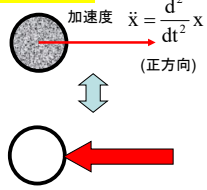
慣性力と復元力

$$-m\ddot{x} - kx = 0 \Rightarrow m\ddot{x} + kx = 0$$

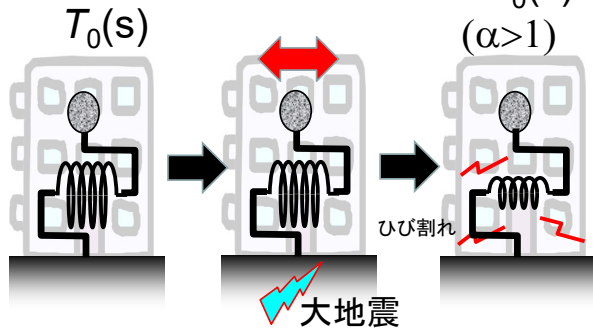
→ 正方向

m: 質量

k: ばね



大地震を受けた後の固有周期の伸び (特にRC造)



大地震

建物の固有周期

S造建物の固有周期
T = 0.1N 秒
(Nは建物の階数)



三井霞ヶ関ビル(日本初の超高層ビル)
地上36階→約3.6秒
(実際は4.2秒)

大きく揺れるときの
免震建物の固有周期
T=2~4秒
(建物の階数に関わらず)



野田キャンパス・講義棟
ただし、常時はこれよりも短い

高層建物ほど周期が長い

スカイツリー
634m

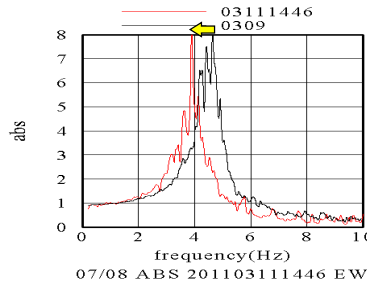


小刻みに揺れる ← → ゆったりと揺れる

2011年東北地方太平洋沖地震時の2号館の固有振動数の変動



4.7Hz → 3.9Hz



— 3.11本震
— 3.9前震

フーリエ振幅スペクトル比
(長辺方向、Parzen0.1Hz)

固有周期の変化

$$T_0(k) = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

mは同じでkが変化する場合を考えると、

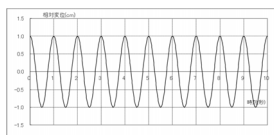
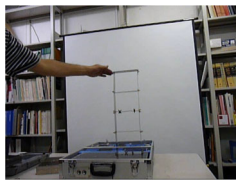
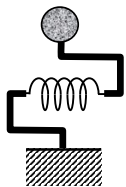
テイラー展開の公式 $T_0(k + \Delta k) = T_0(k) + \frac{dT_0(k)}{dk}\Delta k + \dots$ を利用する。
ここで、

$$\frac{dT_0(k)}{dk} = \frac{d}{dk} \left(2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \right) = 2\pi\sqrt{m} \frac{d}{dk} (k^{-\frac{1}{2}}) = 2\pi\sqrt{m} \left(-\frac{1}{2}k^{-\frac{3}{2}} \right) = -\frac{1}{2k} 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = -\frac{1}{2k} T_0(k)$$

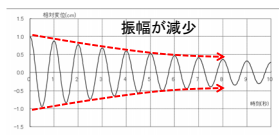
$$T_0(k + \Delta k) \approx T_0(k) - \frac{\Delta k}{2k} T_0(k) = T_0(k) \left(1 - \frac{\Delta k}{2k} \right)$$

$$\frac{T_0(k + \Delta k)}{T_0(k)} = 1 - \frac{1}{2} \frac{\Delta k}{k}$$

減衰振動



減衰がない場合

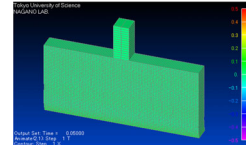


実際には。。。

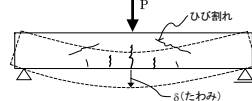
減衰が発生する要因



構造・非構造部材のずれ、がた、摩擦等によってエネルギーを消費する効果(構造減衰)



地盤に波動エネルギーが流れる効果(地盤逸散減衰)

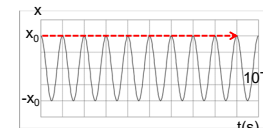


部材に亀裂等が生じることによってエネルギーを消費する効果(履歴減衰)

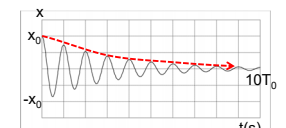


制震装置による応答低減効果(付加減衰)

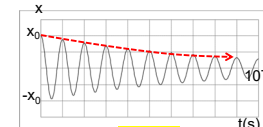
減衰定数による自由振動の違い



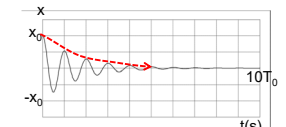
h=0



h=0.05



h=0.02



h=0.10