

§1 前言 直線的に急増する動荷重による動的変位の Duhamel 積分と

これを構成する要素時間について解析する

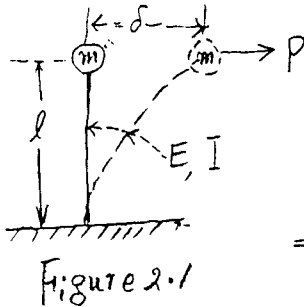


Figure 2.1

§2 振動. 弾性諸元 E, I 長さ l の柱で支えられた質量 m に力 P が作用して変位 δ 静的に釣り合う時 $\delta = P \cdot l^3 / (3EI)$, Spring 常数 K

$$= P \cdot (\delta)'$$

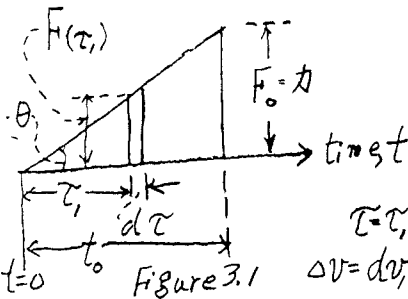
 P を解きはなすと m は自由振動をする固有振動周期 $= T$, $\omega \cdot T = 2\pi$ から ω が求まるtime, τ に比例して作用する動的荷重 $= F(\tau)$ time, $t=0$ (初期) の時条件変位 $y=y_0$ 初速 $v=v_0$ を与えると 減衰無しとして $m \frac{d^2 y}{dt^2} + ky + F(\tau) = 0$ であるこの解は $y(t) = y_0 \cos \omega t + v_0 \omega' \sin \omega t$ 即ち t 秒後の動的変位である

Figure 3.1

§3 Duhamel 積分. 質点に加わる Dynamical load を $F(\tau)$ として zero から直線的に急増し F_0 で終わる とする $\tau = \tau_0$ 時, $F(\tau)$ が $d\tau$ 間作用して 生ずる速度 Δv を $\Delta v = dv$ とすれば $m \cdot (dv) = F(\tau) d\tau$ である $y_0 = \text{zero}$ とした時 t 秒後の効果は superposition で求められる。 $v_0 \omega' \sin \omega t$ から $y(t) = m' \omega' \int_{\tau=0}^{\tau=t} F(\tau) \sin \omega(t-\tau) d\tau$ ここで $\sin$ を展開して

$$= m' \omega' \int_{\tau=0}^{\tau=t} F(\tau) \{ \sin \omega t \cdot \cos \omega \tau - \cos \omega t \cdot \sin \omega \tau \} d\tau \quad \text{ここで } \sin \omega t \cdot \cos \omega \tau \text{ は}$$

 τ に対し常数だから τ は任意 にえらべる。 $F(\tau) = F_0 \cdot t_0' \cdot \tau$ とおき τ の積分を t_0 までとって

$$y(t=t_0) = m' \omega'^2 F_0 t_0' \left[t_0 \{ -\omega' t_0' \sin(\omega t_0) + 1 \} \right] \quad \text{を得る}$$

YOSIO IMAI

§4 要素時間の解析

dynamical Load $F(t)$ による質点の動的変位 $y(t=t_0)$ は要素 t_0 の関数

になっている。 $\{-\omega' t_0^{-1} \sin(\omega t_0) + 1\}$ の negative をとった $\omega' t_0^{-1} \sin(\omega t_0)$ を t_0 で

微分してみる
$$\frac{d\{\omega' t_0^{-1} \sin \omega t_0\}}{dt_0} = \omega' \frac{d\{t_0^{-1} \sin \omega t_0\}}{dt_0}$$

$$= \omega' \{-t_0^{-2} \sin(\omega t_0) + \cos(\omega t_0) \cdot \omega t_0^{-1}\} = -\omega' t_0^{-2} \sin \omega t_0 + t_0^{-1} \cos \omega t_0$$

$$= \left\{ (t_0^{-1})^2 + (-\omega' t_0^{-2})^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \sin \left\{ \omega t_0 + \tan^{-1} \left[t_0^{-1} (-\omega' t_0^{-2})^{-1} \right] \right\}$$

$$= \left\{ (t_0^{-1})^2 + (-\omega' t_0^{-2})^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \sin \left\{ \omega t_0 + \tan^{-1} [-\omega t_0] \right\} \quad \text{ここで } \omega t_0 = 4.49$$

の時 $\sin \left\{ \omega t_0 + \tan^{-1} [-\omega t_0] \right\} = \sin \left\{ 4.49 + \tan^{-1} [-4.49] \right\} = \sin \{ 4.49 - 1.3577 \}$

$$= \sin \{ 3.138 \} = 0.0032, \quad \omega t_0 = 4.5 \text{ の時 } \sin = -0.006 \quad \text{即ち接線は水平となる}$$

§5 結言. Figure 3.1 の $F(t)$

は地震加速度波の立ち上がりの模様を示すが

構造物の固有周期 T から $\omega \cdot T = 2\pi$ によって ω を知り $\omega t_0 = \pi$ までは Figure 2.1 の

$$\delta = F_0 \cdot l^3 (3EI)^{-1} \quad \text{以内である} \quad \omega t_0 = 4.49 \text{ で } \delta = F_0 \cdot l^3 (3EI)^{-1} \quad \text{の1.21倍に達}$$

することになる。地震災害を調べる時 変位応答スペクトルと共に最大 gal

の直前の digital 数値から ωt_0 を求めてこの観点から考察もほしいものである (1994-12-25)