

類 科：結構工程

科 目：結構動力分析與耐震設計

考試時間：2 小時

座號：_____

※注意：(一)可以使用電子計算器。

(二)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

一、解釋下列名詞：（每小題 5 分，共 20 分）

(一)平方和的平方根（SRSS）估計結構的總響應及完全二次型組合（CQC）估計結構的總響應。

(二)建築技術耐震設計規範中基本設計地震力定義如下：

$$V = \frac{I}{1.4\alpha_y} \left(\frac{S_{aD}}{F_u} \right)_m W$$

針對所定義基本設計地震力中各個符號及數字說明其所代表之意義。

(三)古典瑞利阻尼（Rayleigh damping）使用系統阻尼矩陣 C 之定義。

(四)解釋結構耐震設計中採用 475 年迴歸期及 2475 年迴歸期之物理意義。

二、考慮一個具有兩個自由度之彈簧質量系統，如圖 1a 所示（ m_1 及 m_2 代表質量， k_1 及 k_2 代表彈簧勁度）。

(一)推導出該系統之自然振動頻率。（10 分）

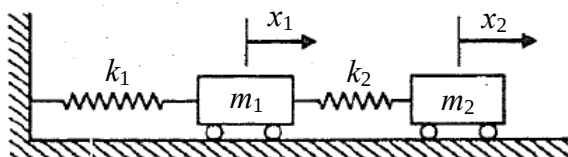
(二)今有一外力 $F(t)$ 作用於質點 2，如圖 1b 所示，求取該外力作用下各質點之位移頻率響應函數（Frequency Response Function）。（10 分）

圖 1a

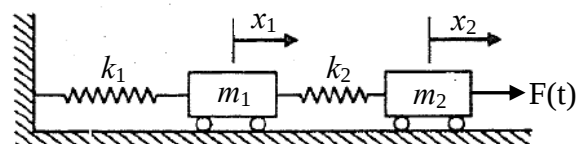


圖 1b

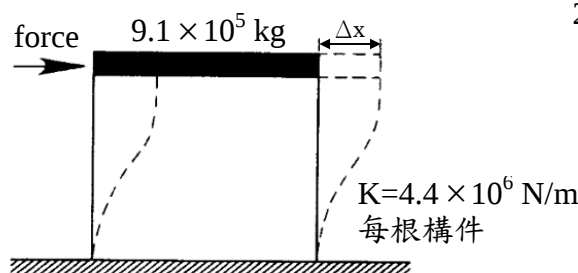
三、有一質量 $M=9.1 \times 10^5$ kg 由二根垂直構件所支撐，此垂直構件（每根）之側向勁度為 4.4×10^6 N/m。今有一側向外力作用在此質量塊上（如圖 2a 所示），此外力之函數形式如圖 2b 所示。今利用反應求解（Duhamel's Integral）積分方法，求解此質量塊之水平位移反應。（20 分）

圖 2a

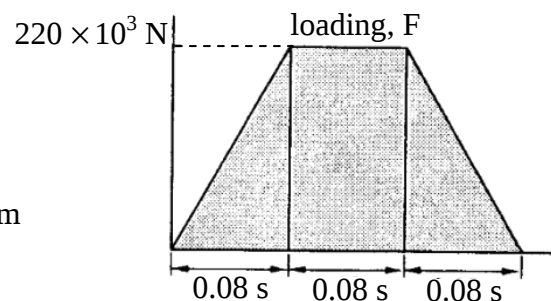


圖 2b

(註：外力作用時間為 3×0.08 sec 小於結構週期，故以脈衝載重考慮此外力)

(請接背面)

類 科：結構工程

科 目：結構動力分析與耐震設計

- 四、考慮一個具有 n 個自由度之集中質量之多自由度高層樓房之結構系統，如圖 3 所示，承受一水平方向之地震力作用。今考慮剛性基礎 (rigid foundation) 情況下，採用古典普通模式分析 (Classical normal mode approach)，推導出作用於該高層樓房各樓層之彈性力 (elastic force)、作用於該高層樓房之基底剪力 (base shear force) 及傾覆力矩 (overturning moment)。(20 分)

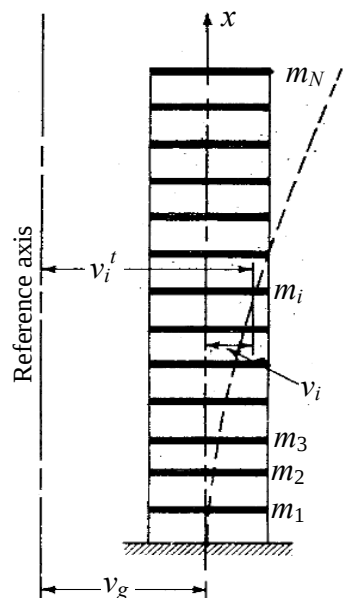


圖 3

註：(a) 假設此 n 個自由度之集中質量之多自由度高層樓房其運動方程式表示為：

$$\mathbf{M}\ddot{\mathbf{V}}(t) + \mathbf{C}\dot{\mathbf{V}}(t) + \mathbf{K}\mathbf{V}(t) = -\mathbf{M}\{\mathbf{1}\}\ddot{v}_g(t)$$

其中 $\ddot{v}_g(t)$ 為水平方向之地震地表加速度歷時。

配合普通模式分析法，進行分析。

(b) 假設單自由度系統之反應以下列方式表示之：

$$v(t) = \frac{1}{\omega} V(T)$$

$$\text{其中 } V(t) = \int_0^{t_f} \ddot{v}_g(\tau) \exp[-\xi\omega(t-\tau)] \sin\omega(t-\tau) d\tau$$

- 五、考慮單一層樓之結構 (假設為一個單自由度振動系統)，其集中質量為 W ，振動週期 $T_n = 0.25$ sec。今設計地震之最大加速度定為 $0.5g$ 。

(一) 假設在完全彈性行為下，設法求取該單一層樓結構之側向位移 (lateral displacement) 及側向作用力 (lateral force)。(10 分)

(二) 假設該結構允許之韌性因子 (ductility factor, μ) 為 $\mu = 4$ ，設法求取該單一層樓結構之側向位移 (lateral displacement) 及側向作用力 (lateral force)。(10 分)

註：a. 強度折減因子 R_y ，與韌性因子 (ductility factor, μ) 之關係式可由下式中求得，即 $R_y = \sqrt{2\mu - 1}$

b. 令在正規化彈性反應譜中 (即 $T < 0.03$ sec 下，絕對擬加速度反應為 $1.0g$)，在結構週期設定為 $T_n = 0.25$ sec 時可求得之絕對擬加速度反應 (Pseudo-acceleration response) 為 $2.71g$ 。