

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)

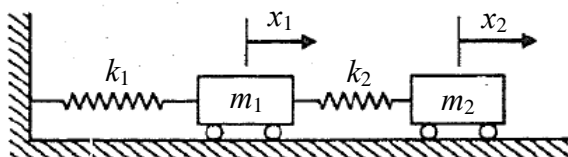


圖 1a

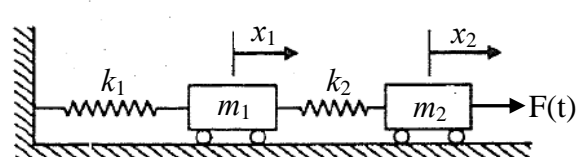


圖 1b

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  $4.4 \times 10^6$  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)

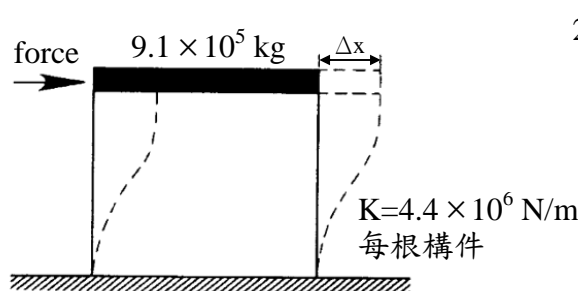


圖 2a

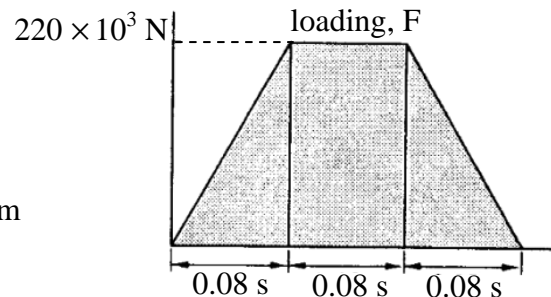


圖 2b

(註：外力作用時間為  $3 \times 0.08$  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)

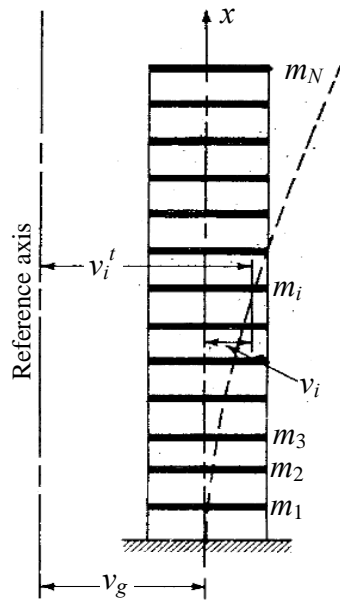


圖 3

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,  $\mu$ ) 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,  $\mu$ ) 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  $2.71g$ 。