

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、已知五自由度剪力建築結構的質量矩陣、勁度矩陣、模態向量如下：

$$\mathbf{M} = \begin{bmatrix} m & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & m & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & m & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & m & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & m \end{bmatrix}, \mathbf{K} = \begin{bmatrix} 2k & -k & 0 & 0 & 0 \\ -k & 2k & -k & 0 & 0 \\ 0 & -k & 2k & -k & 0 \\ 0 & 0 & -k & 2k & -k \\ 0 & 0 & 0 & -k & k \end{bmatrix}$$

樓層	模態-1	模態-2	模態-3	模態-4	模態-5
1樓	0.334	-0.895	1.173	1.078	0.641
2樓	0.641	-1.173	0.334	-0.895	-1.078
3樓	0.895	-0.641	-1.078	-0.334	1.173
4樓	1.078	0.334	-0.641	1.173	-0.895
5樓	1.173	1.078	0.895	-0.641	0.334

試求各模態之模態質量、模態勁度及模態頻率；假設結構物受到水平地震力作用，試求第一、二模態的模態參與因子 (Modal participation factor)。又若依設計特殊要求，進行模態疊加分析時最少應該包含結構質量和的 97.5% 以上，試問至少應計算到第幾個模態。(25分)

二、已知四自由度之離散化結構的柔度矩陣 \mathbf{F} 及質量矩陣 \mathbf{M} 如下：

$$\mathbf{F} = \begin{bmatrix} 0.01 & 0.01 & 0.01 & 0.01 \\ 0.01 & 0.02 & 0.02 & 0.02 \\ 0.01 & 0.02 & 0.03 & 0.03 \\ 0.01 & 0.02 & 0.03 & 0.04 \end{bmatrix} m/kN \quad \mathbf{M} = \begin{bmatrix} 2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1.5 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1.5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1.5 \end{bmatrix} ton$$

試以改良雷利法 (improved Rayleigh Method) 求結構之基本振動頻率近似值，精確至小數點以下第三位、以及其近似基本模態向量，正規化為大小等於 1 且書寫至小數點以下第四位。(25分)

(請接背面)

類 科：結構工程

科 目：結構動力分析與耐震設計

三、依建築物耐震設計規範，以靜力分析法設計建築物時計算地震之最小水平總橫力與下列因素有關：震區、結構系統、結構型式（材料）、韌性容量、結構基本振動週期、結構複合振態阻尼比、工址地盤效應、近斷層效應、結構用途等。試說明在計算最小設計地震力時上述因素分別與那個（些）參數相關，及其影響的理由，請逐一詳細回答。（25分）

規範參考公式：

$$V = \frac{I}{1.4\alpha_y} \left(\frac{S_{aD}}{F_u} \right)_m W \quad V^* = \frac{IF_u}{4.2\alpha_y} \left(\frac{S_{aD}}{F_u} \right)_m W \quad V_M = \frac{I}{1.4\alpha_y} \left(\frac{S_{aM}}{F_{uM}} \right)_m W$$

$$\left(\frac{S_{aD}}{F_u} \right)_m = \begin{cases} \frac{S_{aD}}{F_u} & ; \frac{S_{aD}}{F_u} \leq 0.3 \\ 0.52 \frac{S_{aD}}{F_u} + 0.144 & ; 0.3 < \frac{S_{aD}}{F_u} < 0.8 \\ 0.70 \frac{S_{aD}}{F_u} & ; \frac{S_{aD}}{F_u} \geq 0.8 \end{cases}$$

四、關於被動消能建築設計，請回答下列問題：

- (一)分別就位移型消能器和速度型消能器說明在何條件下可以利用線性靜力分析方法來分析消能器之效應？（9分）
- (二)一單自由度剪力構架（Shear building）如圖，假設兩根柱子所提供的側向勁度總和為 100 MN/m，結構阻尼比為 5%，並假設結構物側向位移為 0.03 m，且結構物仍保持線彈性狀態。若對角線斜撐上的阻尼器為完全彈塑性金屬消能器，其軸向勁度為 400 MN/m、降伏強度為 0.4 MN。問此時系統之有效阻尼比為何？（7分）
- (三)應用靜力分析方法必須先得到結構系統的等效阻尼比才能計算阻尼修正因子，然後計算水平總橫力。有了水平總橫力才能計算結構物最大位移量。但是在計算阻尼器貢獻的阻尼比時需要預知結構物最大位移。此二者似乎是矛盾的，請問實務上應如何處理？（9分）

