

112年專門職業及技術人員高等考試建築師、
25類科技師（含第二次食品技師）、大地工程
技師考試分階段考試（第二階段考試）
暨普通考試不動產經紀人、記帳士考試試題

等 別：高等考試
類 科：結構工程技師
科 目：結構動力分析與耐震設計
考試時間：2小時

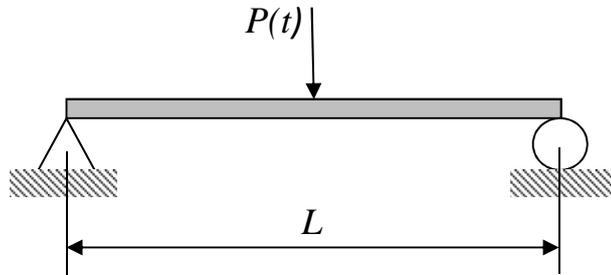
座號：_____

※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。

(三)本科目除專門名詞或數理公式外，應使用本國文字作答。

一、長度為 L 的均質等斷面簡支梁如圖。假設其斷面慣性矩為 I 、彈性模數為 E 、單位長度質量為 \bar{m} 。在梁中點受鉛垂向下的集中力 $P(t)$ 作用。回答下列問題：



(一)推導運動方程式。(8分)

(二)證明第 n 個模態之模態頻率為 $\omega_n = \frac{n^2 \pi^2}{L^2} \sqrt{\frac{EI}{\bar{m}}}$ ，且模態函數為

$$\phi_n(x) = \sin\left(\frac{n\pi x}{L}\right)。(12分)$$

(三)求第 n 個模態的模態載重函數。(5分)

二、二層樓之剪力建築 (shear building)，已知各樓層質量為 10000 公斤，且 1、2 樓層間勁度分別是 200000 N/m 及 180000 N/m。回答下列問題：

(一)求質量矩陣、勁度矩陣、各振態頻率、振態向量、振態質量、振態勁度、振態參與因子。(15分)

(二)假設依工程設計規範規定，自然頻率為 1Hz 和 5Hz 時的阻尼比應該是 0.03 及 0.05，又規定採用 Rayleigh Damping： $C = \alpha M + \beta K$ 。試求其係數 α 及 β ，並求本結構第一振態的阻尼比。注意，公式中的頻率單位應該轉換為角頻率，而非 Hz。(10分)

三、有關隔震建築設計，請回答下列問題：

- (一)隔震裝置為何必需具備足夠消能能力？試舉出至少兩種具備有消能能力的隔震裝置。(6分)
- (二)隔震設計採用靜力分析法的適用條件為何？至少列舉3項。(7分)
- (三)已知一隔震系統上結構總靜載重為 5000 KN，在設計位移為 0.4 m 下之有效勁度為 1000 KN/m，且其在設計位移下之遲滯迴圈面積為 50 KN-m。試求在設計位移下的有效震動週期和等效阻尼比。(6分)
- (四)隔震建築設計詳細要求中，對於抗傾倒的要求方面，需考慮最大傾倒力矩為何？抗傾倒力矩為何？其理由為何？(6分)

四、已知單自由度動力系統之質量 $m = 1 \text{ kg}$ ，勁度 $k = 16\pi^2 \text{ N/m}$ 。

- (一)試求如下圖 a~c 所表現的三種遲滯迴圈特性的消能器分別在外力頻率為 $2\pi \text{ rad/sec}$ 、 $4\pi \text{ rad/sec}$ 作用下，振幅分別為 0.01 m，0.02 m 時的等值線性黏滯阻尼比（共計十二種組合）。圖 a 及圖 b 為橢圓形遲滯迴圈，圖 c 為矩形遲滯迴圈，且圖 a 中的符號 ω 表示振動頻率，所有力量單位為 N，質量單位為 kg，長度單位為 m。(15分)
- (二)詳細說明最新建築物耐震設計規範中建築物使用消能減震技術的數量以及安裝位置及消能器所能承受力量與位移之規定，並說明其規定用意。(10分)

