

113年專門職業及技術人員高等考試建築師、  
32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。

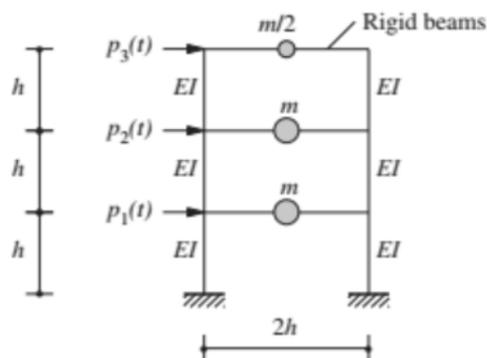
一、有一棟三層樓剪力屋架，如下圖所示，請回答下列問題：

(一)請推導運動方程式，並以圖中的符號表示。(3分)

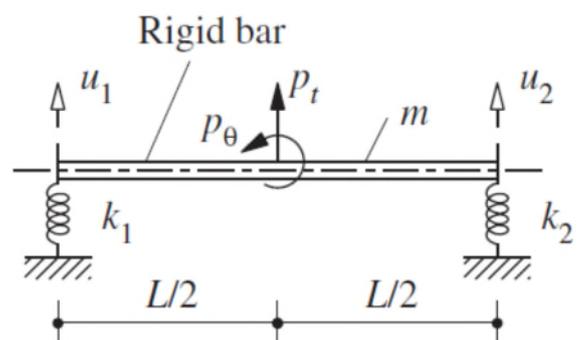
(二)請求出對應三個模態之模態頻率。(3分)

(三)分別求出對 **3F 正規化** 及對模態質量正規化之模態向量，並說明其差異。(7分)

(四)請求出三個模態之模態參與質量，除了討論其參與百分比，並驗證其總和與三個自由度的總質量一致。(12分)



二、如下圖示為一大型吊橋，主航道橋為加勁鋼箱梁吊橋，橋面寬 30 公尺為雙向六車道設計，某日出現明顯的波浪形抖動現象，隨後大橋雙向車道及通航水域被封閉通行。請論述主要原因為何？(5分) 根據風工程與結構動力理論，該吊橋的振動是屬於自由振動還是強迫振動？(5分) 通常此類橋梁設計前會進行橋梁斷面模型風洞試驗，其基本振動行為可根據圖示簡化模型進行探討，請推導其運動方程式。(圖中， $u_1$  及  $u_2$  為定義之自由度， $p_t$  及  $p_\theta$  為外力)(15分)



大型吊橋波浪形抖動報導與橋梁斷面簡化模型

三、根據最新建築物耐震設計規範，於靜力分析法中規定之水平總橫力如下：

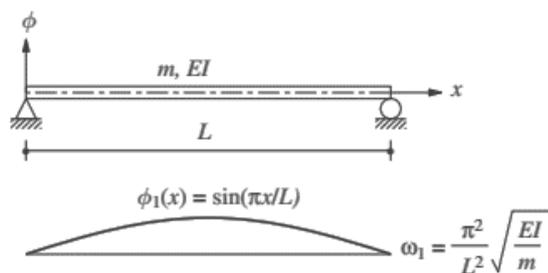
最小設計水平總橫力：
$$V = \frac{I}{1.4\alpha_y} \left( \frac{S_{aD}}{F_u} \right)_m W$$

中小度地震設計地震力：
$$V^* = \begin{cases} \frac{IF_u}{4.2\alpha_y} \left( \frac{S_{aD}}{F_u} \right)_m W \\ \frac{IF_u}{3.5\alpha_y} \left( \frac{S_{aD}}{F_u} \right)_m W \end{cases}$$

最大考量地震設計地震力：
$$V_M = \frac{I}{1.4\alpha_y} \left( \frac{S_{aM}}{F_{uM}} \right)_m W$$

- (一)請問規範耐震設計之基本原則為何？與上述三種設計地震力規定邏輯之相關性為何？為何建築物耐震規範分母取 1.4 而橋梁耐震設計規範分母取 1.2？請詳細論述。(10 分)
- (二)針對中小度地震設計公式的分母為何又不同？請詳細論述。(5 分)
- (三)請就地震發生年超越機率之危害度(回歸期)、彈塑性設計假設、韌性需求等面向，就上述公式各符號定義進行詳細論述說明。(10 分)

四、根據公路橋梁耐震設計規範，橋梁設計總橫力之地震力計算，提供規範(2-6)式橋梁所考慮方向之基本振動週期計算公式，請根據該公式先推導下圖均質簡支梁沿垂直方向之變位函數  $u(t)$ 。(10 分)再求得規範建議公式之基本振動週期，並與圖示之理論解比較，同時說明其合理性。(15 分)



式中  $T$  = 橋梁在所考慮方向之基本振動週期

$$= 2\pi \sqrt{\frac{\zeta}{\beta g}}$$

$g$  = 重力加速度。

$$\beta = \int w(x)u(x)dx$$

$$\zeta = \int w(x)u^2(x)dx$$

$w(x)$  = 沿計算方向施加在橋梁結構之單位靜載重。

$u(x)$  = 橋梁振動單元沿計算方向之變位。

均質簡支梁基本振動理論頻率與規範建議公式