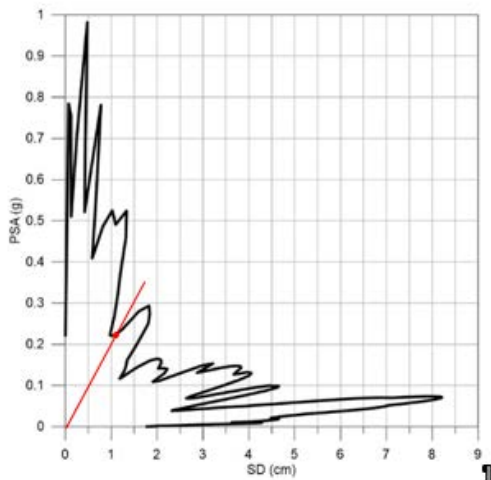


ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΕΞΕΤΑΣΗ

Θέμα 1

$$a = 2\text{m/sec}^2 \Rightarrow d = \frac{a}{\omega^2} = \frac{a}{4 \cdot \pi^2} \cdot T^2 \Rightarrow d = \frac{2}{4 \cdot \pi^2} \cdot 0.45^2 \Rightarrow d = 1\text{cm}$$



Από ADRS: $PSA(\zeta=5\%)=0.22g$. Από Φάσμα στην κορυφή, $PSA(T=0)=0.20g$, ανεξάρτητο από ζ .

$$PSA(\zeta \neq 5\%) = PSA(\zeta = 5\%) \cdot n$$

$$PSA(\zeta \neq 5\%) = PSA(\zeta = 5\%) \cdot n \Rightarrow 0.20g = 0.22g \cdot n \Rightarrow n = 0.20g/0.22g \Rightarrow n = 0.91$$

$$n = \sqrt{\frac{10}{\zeta + 5}} \Rightarrow 0.91^2 = \frac{10}{\zeta + 5} \Rightarrow \zeta = \frac{10}{0.91^2} - 5 \Rightarrow \zeta = 7.08\%$$

Θέμα 2 (1.0 βαθμ.)

$$T_1=0.24\text{sec} \quad \Phi_1=[-0.32 \ 1.0 \ 0.12]^T$$

$$[m] = \begin{bmatrix} 34.43 & 0 & 0 \\ 0 & 34.43 & 0 \\ 0 & 0 & 216.15 \end{bmatrix}, \{r^X\} = \begin{Bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix}, \{r^Y\} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{Bmatrix}, r_1^X = -0.27, r_1^Y = 0.84$$

Δρώσα μάζα 1^{ης} ιδιομορφής κατά X

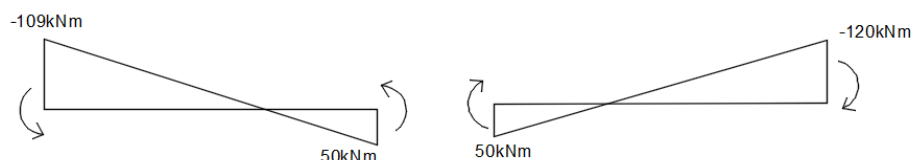
$$m_1^X = \Gamma_1^X \cdot \{\Phi_1\}^T \cdot [m] \cdot \{r^X\} = -0.27 \begin{bmatrix} -0.32 & 1.0 & 0.12 \end{bmatrix}^T \cdot \begin{bmatrix} 34.43 & 0 & 0 \\ 0 & 34.43 & 0 \\ 0 & 0 & 216.15 \end{bmatrix} \cdot \begin{Bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix} = 2.97$$

Δρώσα μάζα 1^{ης} ιδιομορφής κατά Y

$$m_1^Y = \Gamma_1^Y \cdot \{\Phi_1\}^T \cdot [m] \cdot \{r^Y\} = -0.84 \begin{bmatrix} -0.32 & 1.0 & 0.12 \end{bmatrix}^T \cdot \begin{bmatrix} 34.43 & 0 & 0 \\ 0 & 34.43 & 0 \\ 0 & 0 & 216.15 \end{bmatrix} \cdot \begin{Bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{Bmatrix} = 28.92$$

Η μεγαλύτερη δρώσα μάζα για την 1^η ιδιομορφή είναι στη διεύθυνση Y, συνεπώς η 1^η ιδιομορφή δεσπόζει στη διεύθυνση Y.

Θέμα 3



Σεισμός +E

$$M_{1d} = 1.20 \cdot 109 = 130.8 \text{ kNm}, \quad M_{2d} = 1.20 \cdot 50 = 60 \text{ kNm}$$

$$V_{E,d} = \frac{M_{1d} + M_{2d}}{l_{b,\Delta 1}} + \frac{g_{\Delta 1} \cdot l_{b,\Delta 1}}{2} = \frac{190.8}{4.80} + \frac{15.0 \cdot 4.80}{2} = 75.75 \text{ kN}$$

Σεισμός -E

$$M_{1d} = 1.20 \cdot 50 = 60 \text{ kNm}, \quad M_{2d} = 1.20 \cdot 120 = 144 \text{ kNm}$$

$$V_{E,d} = \frac{M_{1d} + M_{2d}}{l_{b,\Delta 1}} + \frac{g_{\Delta 10} \cdot l_{b,\Delta 1}}{2} = \frac{204}{4.80} + \frac{15 \cdot 4.80}{2} = 78.5 \text{ kN}$$

Η δοκός Δ1 θα σχεδιαστεί έναντι τέμνουσας με $V_{E,d} = 78.5 \text{ kN}$

Θέμα 4

$$m = 3 \times 85 = 255 \text{ Mgr}$$

$$V_b^Y = m \times S_d(T_Y) \times 0.85 = 255 \times 1.2 \times 0.85 = 260.1 \text{ kN}$$

$$F_i^Y = V_b^Y \frac{m_i \varphi_i}{\sum m_i \varphi_i}$$

$$\text{όπου } \varphi = [0.458 \quad 0.805 \quad 1.000]^T$$

$$F_3^Y = V_b^Y \frac{m_3 \varphi_3}{\sum m_i \varphi_i} = 260.1 \frac{85 \cdot 1}{85 \cdot (0.458 + 0.805 + 1)} = 260.1 \frac{1}{2.263} \rightarrow F_3^Y = 114.96 \text{ kN}$$

Θέμα 5

$$\{u_1^X\}_{\text{KM}} = \Gamma_1^X \cdot \{\varphi_1\} \cdot \frac{S_d(T_1)}{\omega_1^2} \cdot q_X = 1.13 \cdot \frac{2.06 \cdot 0.44^2}{4 \cdot \pi^2} \cdot \begin{Bmatrix} 0.623 \\ 1.00 \end{Bmatrix} \cdot 4.0 = \begin{Bmatrix} 2.84 \\ 4.57 \end{Bmatrix} \text{ cm}$$

Θέμα 6

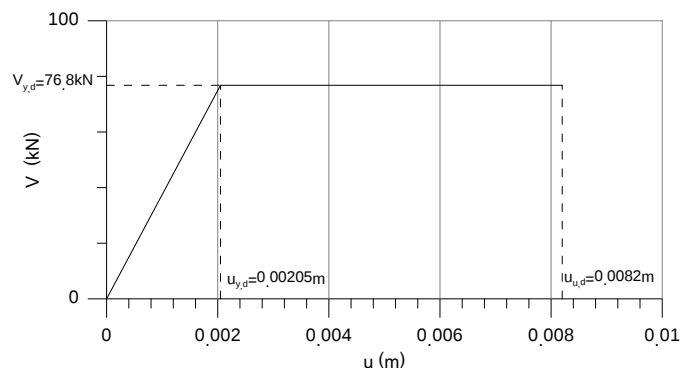
$m = 64 \text{ Mgr}$, $T = 0.26 \text{ sec}$, Έδαφος B ($T_B = 0.15 \text{ sec}$, $T_c = 0.50 \text{ sec}$, $S = 1.2$), Ζώνη Z1 ($\alpha_g = 0.16g$)

$$\text{Επιτάχυνση σχεδιασμού: } S_d(T) = \frac{S \cdot \alpha_g \cdot 2.5}{q} = \frac{1.2 \cdot 0.16 \cdot 10 \cdot 2.5}{4} = 1.20 \text{ m/sec}^2$$

$$\text{Δύναμη διαρροής: } V_{y,d} = m \cdot S_d(T) = 64 \cdot 1.20 = 76.8 \text{ kN}$$

$$\text{Μετατόπιση διαρροής: } u_y = \frac{S_d(T) \cdot T^2}{4 \cdot \pi^2} = 0.00205 \text{ m}$$

$$\text{Μέγιστη μετατόπιση: } u_{u,d} = q \cdot u_y = 4.0 \cdot 0.00205 = 0.0082 \text{ m}$$



Θέμα 7

Τέμνουσα β' ορόφου για ομοιόμορφη φόρτιση με επιτάχυνση 1 m/sec^2 στη διεύθυνση X

$$V_3^X = m \cdot 1 = 267.00 \text{ kN}$$

$$K_{3,x} = \frac{V_3^x}{u_{KM3}^x - u_{KM2}^x} = \frac{267}{0.0051 - 0.0039} = 222500 \text{ kN/m}$$

Θέμα 8

$$a_y = 1.15 \cdot 2.2 = 2.53 \text{ m/sec}^2$$

$$d_y = 0.010 \text{ m}$$

$$T_r = 2 \cdot \pi \sqrt{\frac{d_y}{a_y}} = 2 \cdot \pi \sqrt{\frac{0.01}{2.53}} = 0.40 \text{ sec}$$

Από φάσμα για $\mu=1$ και $T=0.40 \text{ sec}$, $a_{el} > a_{y,r} \rightarrow$ Η κατασκευή διαρρέει.

Από τα φάσματα σταθερής πλαστιμότητας, για $T=0.40 \text{ sec}$ και $a_y = 2.53 \text{ m/sec}^2$ προκύπτει απαιτούμενη πλαστιμότητα $\mu=3.0$.

$$d = \mu \cdot d_y = 3 \cdot 0.010 = 0.03 \text{ m}$$

Θέμα 9

Για να μην είναι ένα κτίριο στρεπτικά εύκαμπτο, πρέπει οι ακτίνες δυστροπίας όλων των διαφραγμάτων σε όλες τις διευθύνσεις να είναι μεγαλύτερες από τις ακτίνες αδρανείας των διαφραγμάτων.

β' όροφος

$$I_{s3} = \sqrt{\frac{I_{mp3}}{m_3}} = \sqrt{\frac{11500}{200}} = 7.58 \text{ m}$$

$r_x > I_{s3}, r_y < I_{s3} \rightarrow$ Το κτίριο ΕΙΝΑΙ στρεπτικά εύκαμπτο.

Θέμα 10

α) Η μέθοδος SRSS μπορεί να εφαρμοστεί ως μέθοδος ιδιομορφικής επαλληλίας όταν οι ιδιοπερίοδοι είναι ανεξάρτητες.

β) Η ανάλυση μπορεί να συνεχιστεί πολλαπλασιάζοντας την επιτάχυνση με ένα επαυξητικό συντελεστή ο οποίος είναι ίσος με το ποσοστό 90% μάζας προς το ποσοστό μάζας που καλύπτεται από τις ιδιομορφές (<90%), έτσι ώστε η συνολική αδρανειακή δύναμη η οποία θα ασκηθεί στον φορέα να είναι σωστή.

γ) Διάφραγμα είναι ένα στοιχείο με μεγάλη δυσκαμψία στο επίπεδο του. Κατά την οριζόντια κίνηση του λόγω σεισμού η απόσταση μεταξύ δύο σημείων του Α και Β παραμένει σταθερή.