

### Λύση άσκησης 3

1. Από το φάσμα στο έδαφος για  $T=0$  διαβάζουμε  $a_g=2.6 \text{ m/s}^2$  (προφανώς ανεξάρτητο της κατασκευής).

#### **Κτήριο χωρίς ενίσχυση**

2. Η επιτάχυνση θα βρεθεί από το φάσμα στο έδαφος για την ιδιοπερίοδο της κατασκευής.

$$K_{\text{υπ}}=0.5 \cdot 12 \cdot 27.5 \cdot 10^6 \cdot (0.3^4/12)/3.4^3=2833.68 \text{ kN/m}$$

$$K_{\text{tot}}=4 \cdot 2833.68=11334.72 \text{ kN/m}$$

$$W=6 \cdot 6 \cdot (7.5+3 \cdot 0.5)=324 \text{ kN} \rightarrow m=32.4 \text{ Mgr}$$

$$T=2\pi \cdot (32.4/11334.72)^{0.5}=0.336 \text{ s}$$

Από το φάσμα διαβάζουμε  $PSA=3.5 \text{ m/s}^2$ .

$$3. d=PSA/\omega^2=PSA \cdot (T/2\pi)^2=3.5 \cdot (0.336/2\pi)^2=1 \text{ cm}$$

$$4. \text{Συνολική σεισμική δύναμη: } F_{\text{tot}}=32.4 \cdot 3.5=113.4 \text{ kN}$$

$$\text{Έχουμε 4 ίδια υποστυλώματα, άρα } V_{\text{υπ}}=F_{\text{tot}}/4=28.35 \text{ kN}$$

$$\text{Τα υποστυλώματα θεωρούνται αμφίπακτα, άρα } M_{\text{υπ}}=V_{\text{υπ}} \cdot H/2=28.35 \cdot 3.4/2=48.2 \text{ kNm}$$

#### **Κτήριο με ενίσχυση**

2. Για τους χιαστί συνδέσμους έχουμε:

$$\theta=\arctan(3.4/5.4)=32.1957^\circ$$

$$L=(5.4^2+3.4^2)^{0.5}=6.38 \text{ m}$$

$$K_{\text{χιαστί}}=210 \cdot 10^6 \cdot 10.3 \cdot 10^{-4} \cdot \cos^2(32.1957^\circ)/6.38=24278.15 \text{ kN/m}$$

Στην κατασκευή έχουμε επιπλέον 2 χιαστί συνδέσμους σε σχέση με προηγουμένως, άρα

$$K'=K+2 \cdot K_{\text{χιαστί}}=11334.72+2 \cdot 24278.15=59891.02 \text{ kN/m}$$

$$T'=2\pi \cdot (32.4/59891.02)^{0.5}=0.146 \text{ s}$$

Από το φάσμα διαβάζουμε  $PSA=5.2 \text{ m/s}^2$ , η οποία όμως αντιστοιχεί σε  $\zeta=5\%$ .

$$\eta=(10/(12+5))^{0.5}=0.767$$

$$PSA(\zeta=12\%)=PSA(\zeta=5\%) \cdot \eta=5.2 \cdot 0.767=4.0 \text{ m/s}^2$$

$$3. d'=4.0 \cdot (0.146/2\pi)^2=0.22 \text{ cm}$$

$$4. F_{\text{tot}}=32.4 \cdot 4.0=129.6 \text{ kN}$$

Πλέον τα μέλη της κατασκευής δεν είναι ίδια, άρα η τέμνουσα των υποστυλωμάτων υπολογίζεται από τη σχέση:

$$V_{\text{υπ}}=(K_{\text{υπ}}/K_{\text{tot}}) \cdot F_{\text{tot}}=(2833.68/59891.02) \cdot 129.6=6.1 \text{ kN}$$

$$M_{\text{υπ}}=6.1 \cdot 3.4/2=10.4 \text{ kNm}$$

$$5. F_{\text{χιαστί,οριζ.}}=(K_{\text{χιαστί,οριζ.}}/K_{\text{tot}}) \cdot F_{\text{tot}}=(24278.15/59891.02) \cdot 129.6=52.5 \text{ kN}$$

Η παραπάνω δύναμη είναι η προβολή της αξονικής στην οριζόντια διεύθυνση. Επομένως, η αξονική δύναμη είναι:

$$F_{\chi\alpha\sigma\tau\acute{\iota},\alpha\chi\omicron\nu} = F_{\chi\alpha\sigma\tau\acute{\iota},\omicron\rho\iota\zeta}/\cos\theta = 52.5/\cos(32.1957^\circ) = 62.0 \text{ kN}$$

6. Η ενίσχυση μειώνει τα εντατικά μεγέθη των υποστυλωμάτων κατά  $(28.35 - 6.1)/28.35 = 78.5\%$ , άρα η ενίσχυση ανακουφίζει σημαντικά τα υποστυλώματα στο συγκεκριμένο σεισμό.