

ΑΣΚΗΣΗ 16
(Παράδοση: 14 Απριλίου 2016)

ΛΥΣΗ

ΕΡΩΤΗΜΑ 1

Ερώτημα 1α)

Σχεδιασμός: $T=0.628 \text{ sec}$

$$S_d = 0.24g \cdot 1.2 \cdot \frac{2.5}{4.0} \cdot \frac{0.5}{0.628} = 0.1433g$$

$$a_y = 0.25g$$

$$\gamma_{Rd} = \frac{0.25}{0.1433} = 1.74$$

Ερώτημα 1β)

$$M_{Rd} = 140kNm$$

$$V_{Rd} = \frac{2M_{Rd}}{h} = \frac{2 \cdot 140}{6} = 46.67kN$$

Σε κάθε υποστύλωμα

$$F_{Rd} = 4V_{Rd} = 186.67kN$$

$$a_{Rd} = \frac{F_{Rd}}{m} = 0.1867g$$

$$\gamma_{Rd} = \frac{0.25}{0.1867} = 1.34$$

Ερώτημα 1γ)

$$\left. \begin{array}{l} \delta_{\max} = 0.06m \\ \mu = 1.5 \end{array} \right\} \Rightarrow \delta_y = \frac{\delta_{\max}}{\mu} = 0.04m$$

$$K_y = \frac{F_y}{\delta_y} = \frac{m \cdot a_y}{\delta_y} = \frac{1000 \cdot 0.25}{0.04} = 6250kN / m$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{K}} = 2\pi \sqrt{\frac{100}{6250}} = 0.795 \text{ sec}$$

Ερώτημα 1δ)

Εφόσον $T=0.795\text{sec}$ εκτιμούμε ότι $T > T_{c,\text{σεισμ}}$ επομένως ισχύει η αρχή των ίσων μετακινήσεων, δηλαδή $q_y = \mu$.

Ερώτημα 1ε)

$$a_{el} = q_y \cdot a_y = 1.5 \cdot 0.25 g = 0.375 g$$

Για μισό σεισμό:

$$a'_{el} = \frac{1}{2} \cdot 0.375 g = 0.1875 g < a_y$$

Επομένως θα είχε συμπεριφερθεί ελαστικά με $a_{\max} = 0.1875 g$.

Ερώτημα 1στ)

Για $q_y = \mu = 4$ \square $a'_{el} = 4 \cdot a_y = 4 \cdot 0.25 g = 1.00 g$ στην οροφή

Ο σεισμός που συνέβη αντιστοιχεί σε $a_{el} = 0.375 g$.

Άρα σημαντικές ζημιές θα συμβούν για $1.0/0.375 = 2.67$ φορές ισχυρότερο σεισμό.

ΕΡΩΤΗΜΑ 2

Ερώτημα 2α)

$$K_{\text{ενισχ}} = 4.00 \cdot K_{\text{αρχ}} = 4 \cdot 20000 = 80000 \text{ kN} / \text{m}$$

$$P_{y,\text{εν}} = 1.333 \cdot P_{y,\text{αρχ}} = 1.333 \cdot 600 = 800 \text{ kN}$$

$$\delta_{y,\text{εν}} = \frac{P_{y,\text{εν}}}{K_{\text{ενισχ}}} = \frac{800}{80000} = 0.01 \text{ m}$$

$$\delta_{y,\text{αρχ}} = \frac{P_{y,\text{αρχ}}}{K_{\text{αρχ}}} = \frac{600}{20000} = 0.03 \text{ m}$$

Ερώτημα 2β)

$$S_e(T_{\text{εν}}) = 2 \cdot a_{y,\text{εν}} \xrightarrow{\mu=q_y} \delta_{\max,\text{εν}} = 2 \cdot \delta_{y,\text{εν}} = 0.02 \text{ m}$$

$$T_{\text{εν}} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{K_{\text{εν}}}} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{4.0 \cdot K_{\text{αρχ}}}} = \frac{1}{2} \cdot 2\pi \sqrt{\frac{m}{K_{\text{αρχ}}}} = \frac{T_{\text{αρχ}}}{2} \Leftrightarrow$$

$$T_{\text{αρχ}} = 2 \cdot T_{\text{εν}}$$

Εφόσον $T_{\text{εν}} = T_c$ για το $T_{\text{αρχ}}$ βρισκόμαστε στον φθίνοντα κλάδο του φάσματος όπου οι φασματικές επιταχύνσεις είναι ανάλογες του λόγου (T_c/T) . Δεδομένου ότι η $T_{\text{εν}} = T_c$ η φασματική τιμή $S_e(T_{\text{εν}})$ είναι εκείνη που αντιστοιχεί στο πλατό του φάσματος επιταχύνσεων.

Επομένως:

$$S_e(T_{αρχ}) = S_e(T_{εν}) \cdot \left(\frac{T_C}{T_{αρχ}} \right) \xrightarrow{T_C=T_{εν}} S_e(T_{αρχ}) = S_e(T_{εν}) \cdot \left(\frac{T_{εν}}{T_{αρχ}} \right) \Rightarrow$$

$$S_e(T_{αρχ}) = S_e(T_{εν}) \cdot \frac{1}{2} \xrightarrow{S_e(T_{εν})=2 \cdot \alpha_{y,εν}} S_e(T_{αρχ}) = 2 \cdot \alpha_{y,εν} \cdot \frac{1}{2} = \alpha_{y,εν}$$

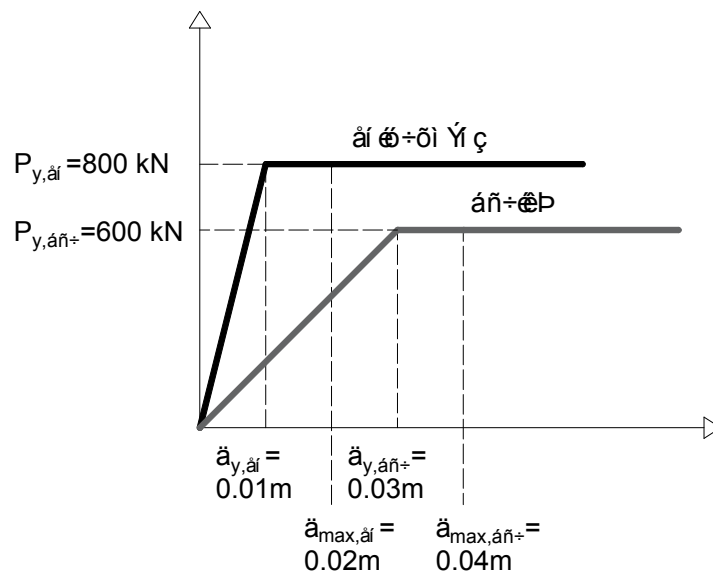
$$\text{Ωστόσο } P_{y,εν} = 1.333 \cdot P_{y,αρχ} \Leftrightarrow a_{y,εν} = 1.333 \cdot a_{y,αρχ}$$

Επομένως ισχύει:

$$S_e(T_{αρχ}) = \alpha_{y,εν} = 1.333 \cdot a_{y,αρχ} \Rightarrow$$

$$\mu_{αρχ} = q_{y,αρχ} = 1.333 \Rightarrow$$

$$\delta_{\max,αρχ} = 1.333 \cdot \delta_{y,αρχ} = 1.333 \cdot 0.03 = 0.04m$$



Ερώτημα 2γ)

Η απαίτηση πλαστιμότητας στον ενισχυμένο φορέα είναι μεγαλύτερη από ότι στον αρχικό. Συγκεκριμένα $\mu_{εν}=2.00 > \mu_{αρχ}=1.33$ και $\mu_{αρχ} \approx 1.00$.

Επειδή η απαίτηση πλαστιμότητας είναι μεγαλύτερη για το φάσμα του ΕΚ-8 μετά την ενίσχυση θα μπορούσε να υποστηρίξει κανείς ότι η ενίσχυση δεν ήταν αποδοτική.

Στην πραγματικότητα όμως οι κατασκευές που έχουν σχεδιαστεί με παλαιότερους κανονισμούς έχουν σημαντικές αδυναμίες μεταξύ των οποίων ανεπαρκή σπλισμό διάτμησης, ελλiptή περίσφιγξη, ακατάλληλο μήκος αγκύρωσης των ράβδων χάλυβα οι οποίες έχουν τελικά ως αποτέλεσμα μικρή διαθέσιμη πλαστιμότητα σε περίπτωση που συμβεί σεισμός μεγαλύτερος από το σεισμό σχεδιασμού.

Επομένως παρόλο που η αρχική κατασκευή δεν φαίνεται να χρειάζεται ενίσχυση όσον αφορά στην αντοχή της σε κάμψη, οι παραπάνω παράγοντες συνηγορούν υπέρ της ενίσχυσής της.

Ερώτημα 3α)

$$K = \frac{4\pi^2 m}{T^2} = \frac{4\pi^2 \cdot 500}{0.314^2} = 2000000 \text{ kN} / \text{m}$$

$$\delta_{y,A} = \frac{P_{y,A}}{K} = \frac{2000}{200000} = 0.01 \text{ m}$$

$$\delta_{y,B} = \frac{P_{y,B}}{K} = \frac{6000}{200000} = 0.03 \text{ m}$$

$$\mu_A = \frac{\delta_A}{\delta_{y,A}} = \frac{0.04}{0.01} = 4$$

$$\delta_B < \delta_{y,B} \Rightarrow$$

Ελαστική συμπεριφορά για το Β.

Ερώτημα 3β)

$$a_{y,A} = \frac{P_{y,A}}{m} = \frac{2000}{500} = 4 \text{ m} / \text{sec}^2 = 0.4 \text{ g}$$

$$PSA(T_A) = 1.0 \text{ g} \Rightarrow q_y = \frac{1.0}{0.4} = 2.5$$

Η Β συμπεριφέρθηκε ελαστικά

Ερώτημα 3γ)

Ο έλεγχος γίνεται μόνο για την κατασκευή Α η οποία διαπιστώθηκε ότι διέρρευσε.

$$\mu = 4$$

$$q_y = 2.5$$

$$q_y = \sqrt{2\mu - 1} = \sqrt{2 \cdot 4 - 1} = 2.65 \square 2.5$$

Βρισκόμαστε περισσότερο κοντά στην παραδοχή των ίσων ενεργειών