Δυναμική των Κατασκευών

Ασκήσεις Πράξης

Διδάσκων: Κολιόπουλος Παναγιώτης
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.

ΤΕΙ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο ΤΕΙ Κεντρικής Μακεδονίας» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.

Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
ΕΣΠΑ 2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΟΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΣΕΡΡΩΝ ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

Διδάσκων: Κολιόπουλος Παναγιώτης
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΠΡΑΞΗΣ

Άσκηση 10

(Μέρος Α')

Για τον φορέα της Άσκησης 8, να υπολογιστούν

(α) Οι συντελεστές ιδιομορφικής συμμετοχής Γ

(β) Οι ενεργές ιδιομορφικές μάζες, ως ποσοστά (μ_j) της συνολικής μάζας του φορέα

(Ι) Ο φορέας, υπόκειται σε σεισμική διέγερση με φάσμα σχεδιασμού:

$$S_a(m/sec^2) = 4/T \qquad \text{με άνω όριο} \quad S_a \leq 8\ m/sec^2$$

Ζητείται η εκτίμηση της πιθανής (SRSS):

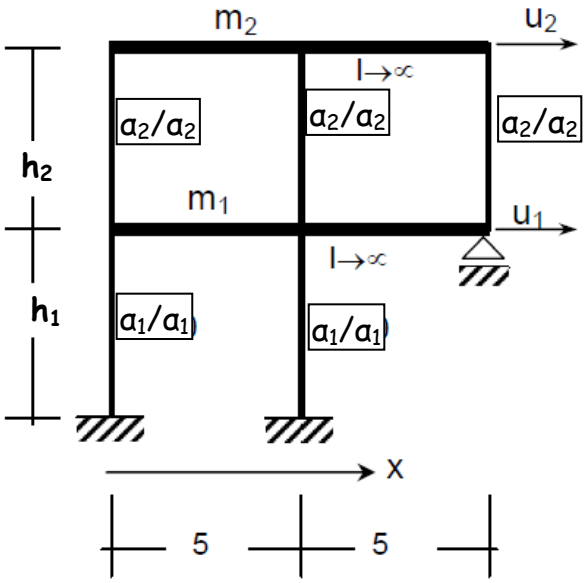
(γ) μέγιστης μετακίνησης των ζυγωμάτων

(δ) μέγιστης τέμνουσας βάσης

(ε) μέγιστης τέμνουσας και ροπής (i) ενός στύλου ορόφου και (ii) ενός στύλου ισογείου.

<u>Δεδομένα:</u>

$E = 30x10^6\ kN/m^2$, $h_1(m) = 4$, $h_2(m) = 3$, $m_1(tn) = 40$, $m_2(tn) = 25$, $a_1(cm)= 40$, $a_2(cm)= 30$



(Μέρος Β')

(ΙΙ) Να επαναληφθούν οι υπολογισμοί των ερωτημάτων (I_γ)-(I_ε) για το ακόλουθο φάσμα σχεδιασμού του ΕΑΚ

<u>Δίνονται:</u> κατηγορία εδάφους: Α ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας ΙΙ (Α=0.24g) κατηγορία σπουδαιότητας Σ2 (γ_I=1) ζ=5%, θ=1 συντελεστής συμπεριφοράς q=3.5 , β_0=2.5	$R_d(T) = A.\gamma_I.[1+(T/T_1).(\frac{\eta\theta\beta_0}{q} -1)]$ για $0 \leq T < T_1$ $R_d(T) = A.\gamma_I.(\eta\theta/q).\beta_0$ για $T_1 \leq T \leq T_2$ $R_d(T) = A.\gamma_I.(\eta\theta/q).\beta_0(T_2/T)^{2/3}$ για $T_2 < T$

(στ) Επιπλέον, να εκτιμηθούν οι πραγματικές (ανελαστικές) μετακινήσεις των ζυγωμάτων

Λύση (Μέρος Α')

Από την λύση της Άσκησης 8, έχουμε:

$$M = \begin{vmatrix} 40 & 0 \\ 0 & 25 \end{vmatrix}$$

$\omega_1 = 17.836$rad/s, $\omega_2 = 45.132$rad/s → $T_1 = 0.352$s, $T_2 = 0.139$s

$$\Phi = \begin{vmatrix} 0{,}705 & -0{,}886 \\ 1 & 1 \end{vmatrix}$$

$$M^* = \begin{vmatrix} 44{,}88 & 0 \\ 0 & 56{,}40 \end{vmatrix}$$

Ερωτήματα (α,β)

Πρόσθετα δυναμικά μεγέθη του 'φυσικού' συστήματος που είναι απαραίτητα για την σεισμική ανάλυση:

(α) Συντελεστές ιδιομορφικής συμμετοχής, $\Gamma_n = \dfrac{\mathbf{\Phi}_n^T \mathbf{M1}}{\mathbf{\Phi}_n^T \mathbf{M} \mathbf{\Phi}_n} = \dfrac{L_n}{m_n^*}$

$L_1 = (0.705, 1)\cdot\begin{bmatrix} 40 & 0 \\ 0 & 25 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} = 28.2+25 = 53.2$, $m_1^* = 44.88$ → $\Gamma_1 = \dfrac{53.2}{44.88} = 1.185$,

$L_1 = (-0.886, 1)\cdot\begin{bmatrix} 40 & 0 \\ 0 & 25 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} = -35.44+25 = -10.44$, $m_2^* = 56.40$ → $\Gamma_2 = \dfrac{-10.44}{56.40} = -0.185$

(β) Ενεργές ιδιομορφικές μάζες (ποσοστά) $\mu_j = \dfrac{m_j^* \cdot \Gamma_j^2}{M_{tot}}$

$$\mu_1 = \frac{44.88 \cdot 1.185^2}{40+25} = \frac{63.02}{65} = 0.97, \qquad \mu_2 = \frac{56.40 \cdot 0.185^2}{40+25} = \frac{1.93}{65} = 0.03$$

Ερωτήματα (Ι_γ-ε)

Μέγιστες επιταχύνσεις-μετατοπίσεις γενικευμένων ταλαντωτών:

$$q''_{j,\max} = \Gamma_j \cdot S_a(T_j), \quad q_{j,\max} = q''_{j,\max} / \omega_j^2$$

Το φάσμα που μας δίνεται έχει 2 κλάδους με σύνορο την περίοδο T_c: $8 = 4/T_c$ → $T_c = 0.5$s

Συνεπώς και οι 2 ιδιοπερίοδοι ανήκουν στον 1° (σταθερό) κλάδο. Οπότε:

$q''_{1,\max} = 1.185\cdot 8 = 9.48\text{m/s}^2$ → $q_{1,\max} = 9.48/17.836^2 = 0.0298\text{m} = 29.8\text{mm}$

$q''_{2,\max} = -0.185\cdot 8 = -1.48\text{m/s}^2$ → $q_{2,\max} = -1.48/45.132^2 = -0.0007\text{m} = -0.7\text{mm}$

Οι ιδιομορφικές συνεισφορές στην διαμόρφωση των μέγιστων: μετακινήσεων, επιταχύνσεων, ελαστικών δυνάμεων, τεμνουσών, …, κλπ, του 'φυσικού' συστήματος είναι:

Συνεισφορές 1^{ου} γενικευμένου (ιδιομορφικού) ταλαντωτή:

$u_{1,1} = \phi_{11}\cdot q_{1,\max} = 0.705\cdot 29.8 = 21\text{mm}$, $u_{2,1} = \phi_{21}\cdot q_{1,\max} = 1.0\cdot 29.8 = 29.8\text{mm}$

$u''_{1,1} = \phi_{11} \cdot q''_{1,\max} = 0.705 \cdot 9.48 = 6.68 m/s^2$, $u''_{2,1} = \phi_{21} \cdot q''_{1,\max} = 1.0 \cdot 9.48 = 9.48 m/s^2$
$Fs_{1,1} = m_1 \cdot u''_{1,1} = 40 \cdot 6.68 = 267.2kN$, $Fs_{2,1} = m_2 \cdot u''_{1,1} = 25 \cdot 9.48 = 237kN$
Στύλος (1 από 3) ορόφου: $V_{\omega\rho,1} = 237/3 = 79kN$, $M_{\omega\rho,1} = 79 \cdot (3/2) = 118.5$ kNm
Στύλος (1 από 2) ισογείου: $V_{\iota\sigma,1} = (237+267.2)/2 = 252.1kN$, $M_{\omega\rho,1} = 252.1 \cdot (4/2) = 504.2$ kNm
Τέμνουσα βάσης: $Vb_1 = 237+267.2 = 504.2kN$

Συνεισφορές 2^{ου} γενικευμένου (ιδιομορφικού) ταλαντωτή:

$u_{1,2} = \phi_{12} \cdot q_{2,\max} = -0.886 \cdot -0.7 = 0.6mm$, $u_{2,2} = \phi_{22} \cdot q_{2,\max} = 1.0 \cdot -0.7 = -0.7mm$
$u''_{1,2} = \phi_{12} \cdot q''_{2,\max} = -0.886 \cdot -1.48 = 1.31 m/s^2$, $u''_{2,2} = \phi_{22} \cdot q''_{2,\max} = 1.0 \cdot -1.48 = -1.48 m/s^2$
$Fs_{1,2} = m_1 \cdot u''_{1,2} = 40 \cdot 1.31 = 52.4kN$, $Fs_{2,2} = m_2 \cdot u''_{1,2} = 25 \cdot -1.48 = -37kN$
Στύλος (1 από 3) ορόφου: $V_{\omega\rho,2} = -37/3 = -12.3kN$, $M_{\omega\rho,2} = -12.3 \cdot (3/2) = -18.5$ kNm
Στύλος (1 από 2) ισογείου: $V_{\iota\sigma,2} = (-37+52.4)/2 = 7.7kN$, $M_{\omega\rho,2} = 7.7 \cdot (4/2) = 15.4$ kNm
Τέμνουσα βάσης: $Vb_2 = -37+52.4 = 15.4kN$

Εκτίμηση πιθανών (SRSS) μέγιστων τιμών των μεγεθών που ζητά η εκφώνηση

$u_1 = \sqrt{u_{1,1}^2 + u_{1,2}^2} = \sqrt{21^2 + 0.6^2} = 21mm$, $u_2 = \sqrt{u_{2,1}^2 + u_{2,2}^2} = \sqrt{29.8^2 + 0.7^2} = 29.8mm$

$Vb = \sqrt{Vb_1^2 + Vb_2^2} = \sqrt{504.2^2 + 15.4} = 504.4kN$

$V\sigma\tau_{\omega\rho} = \sqrt{V\sigma\tau_{\omega\rho,1}^2 + V\sigma\tau_{\omega\rho,2}^2} = \sqrt{79^2 + 12.3^2} = 80kN \rightarrow M\sigma\tau_{\omega\rho} = 80 \cdot (3/2) = 120$ kNm

$V\sigma\tau_{\iota\sigma} = \sqrt{V\sigma\tau_{\iota\sigma,1}^2 + V\sigma\tau_{\iota\sigma,2}^2} = \sqrt{252.1^2 + 7.7^2} = 252.2kN \rightarrow M\sigma\tau_{\iota\sigma} = 252.2 \cdot (4/2) = 504.4$ kNm