

Απρίλιος 2012

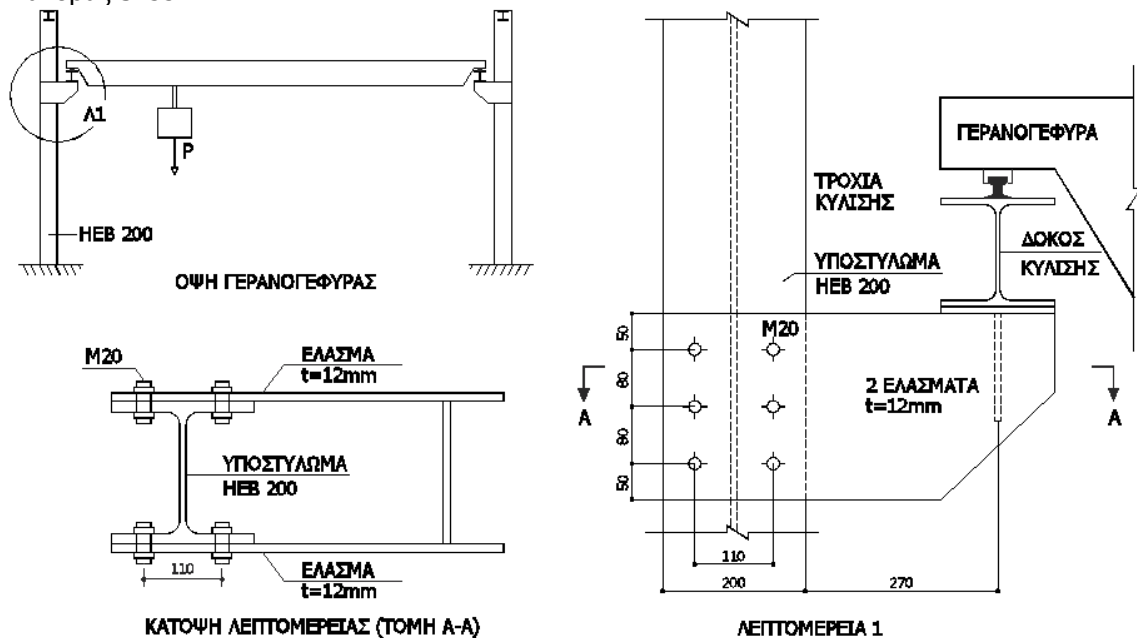
Άσκηση 6

Για την εξυπηρέτηση των αναγκών βιοτεχνικού υπαίθριου χώρου επεξεργασίας μαρμάρων κατασκευάζεται γερανογέφυρα (Σχήμα 1) η οποία στηρίζεται σε κοντούς προβόλους που διαμορφώνονται επί σειράς περιμετρικών υποστυλωμάτων διατομής HEB 200.

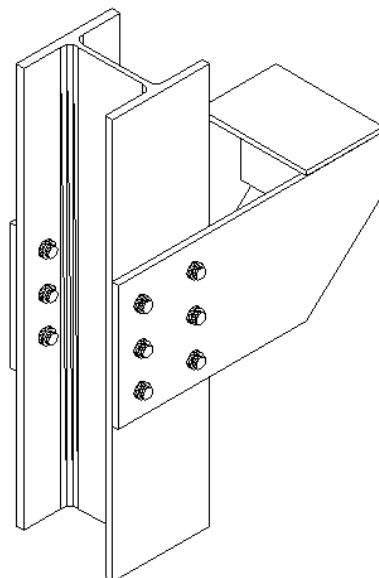
Οι κοντοί πρόβολοι διαμορφώνονται μέσω δύο μεταλλικών ελασμάτων πάχους 12mm τα οποία συνδέονται επί των πελμάτων των υποστυλωμάτων με κοχλίες M20 ποιότητας 8.8 όπως φαίνεται στη λεπτομέρεια 1 και στο Σχήμα 2.

Ζητείται ο έλεγχος της κοχλίωσης ώστε να φέρει φορτίο σχεδιασμού $P_{Ed}=240\text{kN}$

Υλικό Χάλυβας S235.



Σχήμα 1: Γερανογέφυρα



Σχήμα 2: Προοπτικό σύνδεσης

ΛΥΣΗ ΑΣΚΗΣΗΣ 6

1. ΔΥΣΜΕΝΕΣΤΕΡΗ ΘΕΣΗ ΤΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ

Για τον υπολογισμό των κοντών προβόλων της γερανογέφυρας, η δυσμενέστερη θέση του φορτίου είναι η θέση της στήριξης. Η μέγιστη τέμνουσα που αναπτύσσεται στη γερανογέφυρα είναι ίση με το φορτίο σχεδιασμού του προβόλου.

$$\max V_{Ed} = P_{Ed} = 240 \text{ kN}$$

Το φορτίο που καταπονεί κάθε ένα από τα μεταλλικά ελάσματα θα είναι ίσο με:

$$\frac{\max V_{Ed}}{2} = 120 \text{ kN}$$

2. ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΚΟΧΛΙΩΣΗΣ

2.1. Εντατικά μεγέθη σχεδιασμού

Στο κέντρο βάρους της κοχλίωσης ασκούνται τα εξής εντατικά μεγέθη:

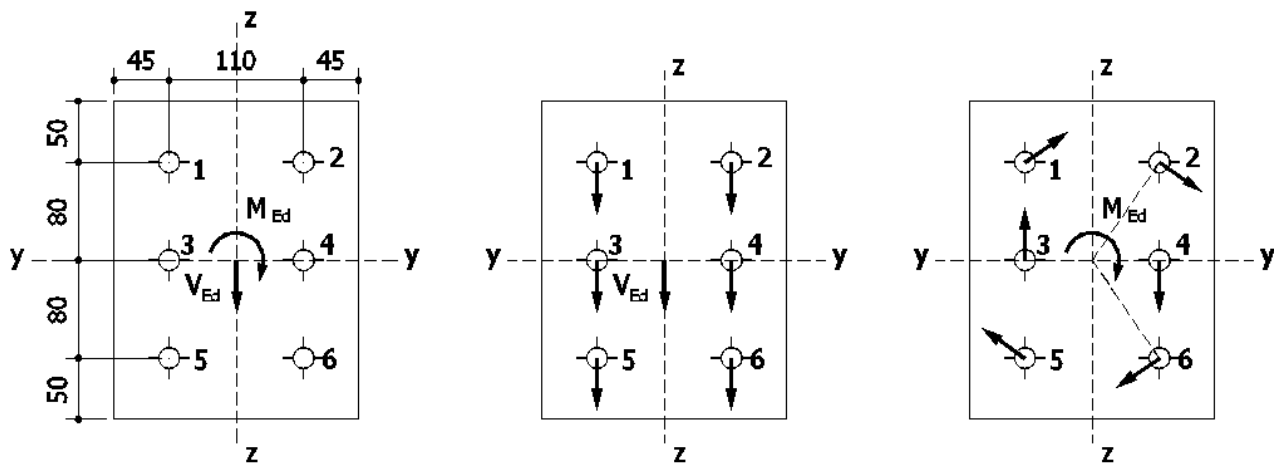
$$\text{Τέμνουσα: } V_{Ed} = 120 \text{ kN}$$

$$\text{Ροπή στο επίπεδο της κοχλίωσης, στο κέντρο αυτής: } M_{Ed} = 120 \text{ kN} \times \left(27,0 \text{ cm} + \frac{20 \text{ cm}}{2} \right) = 4440 \text{ kNcm.}$$

2.2. Διατμητική δύναμη δυσμενέστερου κοχλία

Η πολική ροπή αδράνειας της κοχλίωσης ως προς το Κ.Β. της κοχλίωσης είναι:

$$I_p = \sum_{i=1}^n (y_i^2 + z_i^2) = 4 \times (8,0 \text{ cm})^2 + 6 \times (5,5 \text{ cm})^2 = 437,5 \text{ cm}^2$$



Σχήμα 1: Γεωμετρία κοχλίωσης και κατανομή δυνάμεων στους κοχλίες λόγω τέμνουσας δύναμης και καμπτικής ροπής

Η τέμνουσα δύναμη ισοκατανέμεται στους 6 κοχλίες, ενώ στους κοχλίες 1, 2, 5 και 6, που είναι οι πιο απομακρυσμένοι κοχλίες από το Κ.Β. της κοχλίωσης, αναπτύσσονται οι μέγιστες δυνάμεις λόγω στρεπτικής ροπής με τη φορά που φαίνεται στο Σχήμα 1. Ωστόσο, οι κοχλίες 2 και 6 είναι δυσμενέστεροι επειδή η κατακόρυφη συνιστώσα της δύναμης λόγω ροπής έχει την ίδια φορά με την δύναμη λόγω τέμνουσας. Έτσι οι δυνάμεις στο δυσμενέστερο κοχλία είναι:

$$F_{Ed,y} = \frac{M_{Ed}}{I_p} z = \frac{4440 \text{ kNcm}}{437,5 \text{ cm}^2} \times 8,0 \text{ cm} = 81,19 \text{ kN}$$

$$F_{Ed,z} = \frac{V_{Ed}}{n} + \frac{M_{Ed}}{I_p} y = \frac{120\text{kN}}{6} + \frac{4440\text{kNcm}}{437,5\text{cm}^2} \times 5,5\text{cm} = 75,82\text{kN}$$

Η συνισταμένη δύναμη στον κοχλία είναι:

$$F_{Ed} = \sqrt{F_{Ed,y}^2 + F_{Ed,z}^2} = \sqrt{(81,19\text{kN})^2 + (75,82\text{kN})^2} = 111,09\text{kN}$$

2.3. Αντοχή κοχλίων σε διάτμηση

Η αντοχή του ενός κοχλία σε διάτμηση δίνεται ως εξής:

$$F_{v,Rd} = n \frac{a_v A f_{ub}}{Y_{M2}}$$

Θα πρέπει να ισχύει:

$$F_{v,Rd} = 1 \times \frac{0,60 \times \frac{\pi \times (2,0\text{cm})^2}{4} \times 80\text{kN/cm}^2}{1,25} = 120,63\text{kN} > F_{v,Ed} = 111,09\text{kN}$$

Επομένως οι κοχλίες επαρκούν έναντι διάτμησης.

2.4. Έλεγχος σε σύνθλιψη άντυνας των οπών κατά γ-γ

Για την αντοχή του ελάσματος σε σύνθλιψη άντυνας των οπών υπολογίζονται τα εξής:

$$\alpha = \min \left\{ \frac{e_1}{3d_o}, \frac{f_{ub}}{f_u}, 1 \right\} = \min \left\{ \frac{45\text{mm}}{3 \times 22\text{mm}}, \frac{80\text{kN/cm}^2}{36\text{kN/cm}^2}, 1 \right\} = \{0,681; 2,22; 1\} = 0,681$$

$$k_1 = \min \left\{ 2,8 \frac{e_2}{d_o} - 1,7; 2,5 \right\} = \min \left\{ 2,8 \frac{50\text{mm}}{22\text{mm}} - 1,7; 2,5 \right\} = \min\{4,66; 2,5\} = 2,50$$

Η αντοχή σε σύνθλιψη άντυνας είναι:

$$F_{b,Rd,y} = \frac{2,50 \times 0,681 \times 36\text{kN/cm}^2 \times 2,0\text{cm} \times 1,20\text{cm}}{1,25} = 117,60\text{kN} > 81,19\text{kN} = F_{b,Ed,y}$$

2.5. Έλεγχος σε σύνθλιψη άντυνας των οπών κατά z-z

$$\alpha = \min \left\{ \frac{50\text{mm}}{3 \times 22\text{mm}}, \frac{80\text{kN/cm}^2}{36\text{kN/cm}^2}, 1 \right\} = \{0,757; 2,22; 1\} = 0,757$$

$$k_1 = \min \left\{ 2,8 \frac{45\text{mm}}{22\text{mm}} - 1,7; 2,5 \right\} = \min\{4,03; 2,5\} = 2,50$$

$$F_{b,Rd,z} = \frac{2,50 \times 0,757 \times 36\text{kN/cm}^2 \times 2,0\text{cm} \times 1,20\text{cm}}{1,25} = 130,80\text{kN} > 75,82\text{kN} = F_{b,Ed,z}$$

Επομένως ο έλεγχος σε σύνθλιψη άντυνας επαρκεί.