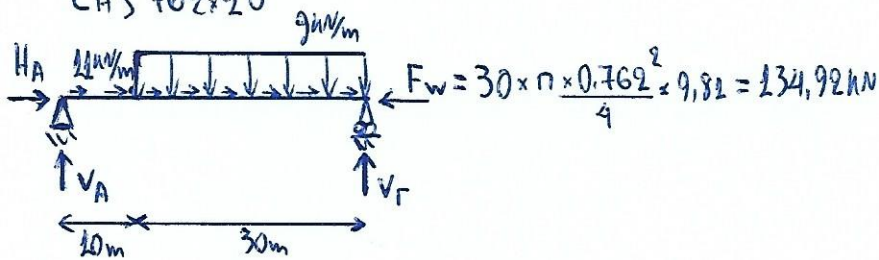


ΕΠΑΝΑΡΧΗΤΙΚΗ ΕΞΕΤΑΣΗ - 6 ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ 2016

CHS 762x20



$$OKA: V_{A,Ed} + V_{B,Ed} = 1.5 \text{ (kN/m)} \times 30 \text{ (m)} = 405 \text{ kN}$$

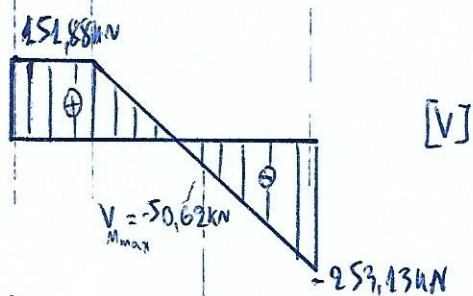
$$\sum M_A = 0 \Rightarrow 1.5 \times 9 \text{ (kN/m)} \times 30 \text{ (m)} \times 25 \text{ (m)} = V_B \times 40 \Rightarrow V_B = 253.13 \text{ kN}$$

$$\text{Οπότε } V_{A,Ed} = 405 - 253.13 = 151.88 \text{ kN}$$

$$411.86 \text{ kN } H_A = F_w \times 1.35 - 1.5 \text{ (kN/m)} \times 1.35 \times 40 \text{ (m)} = -411.86 \text{ kN}$$



$$N_{Ed} = 411.86 \text{ kN}$$



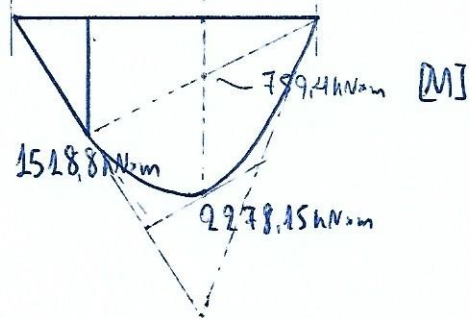
[V]

$$V_{Ed} = 253.13 \text{ kN}$$

$$A_v = \frac{2 \times A}{\pi} = \frac{2 \times 466 \text{ (cm}^2\text{)}}{\pi} = 296.66 \text{ kN}$$

$$V_{c,Rd} = V_{pl,Rd} = A_v \times \frac{f_y}{\sqrt{3}} = 4025 \text{ kN}$$

$V_{Ed} < 0.5 \times V_{pl,Rd} \rightarrow$ δεν χρειάζεται απομείωση λόγω τήρωσης
όας της υπέρτατης αντοχής της διατομής



$$M_{Ed} = 2278.15 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,N} = M_{pl,Rd} \times (1 - \eta^{1.7}) = 11014 \text{ (cm}^3\text{)} \times (1 - 0.04^{1.7}) = 10.968 \text{ kN}\cdot\text{cm}$$

$$N_{pl,Rd} = \frac{f_y \times A}{\gamma_{m0}} = \frac{23.5 \text{ (kN/cm}^2\text{)} \times 466 \text{ (cm}^2\text{)}}{1.00} = 10.951 \text{ kN}$$

$$\eta = N_{Ed} / N_{pl,Rd} = 411.86 / 10.951 = 0.04$$

$$\frac{d}{t} = \frac{762}{20} = 38.1 < 50 \times \epsilon^2 = 50 \rightarrow \text{κατηγορία 1}$$

$$M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl,y} \times f_y}{\gamma_{m0}} = \frac{11014 \times 23.5}{1.00} = 258829 \text{ kN}\cdot\text{cm ή } 2588.29 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,N} = M_{pl,Rd} \times (1 - \eta^{1.7}) = 2588.29 \times (1 - 0.04^{1.7}) = 2577.41 \text{ kN}\cdot\text{m} > M_{Ed}$$

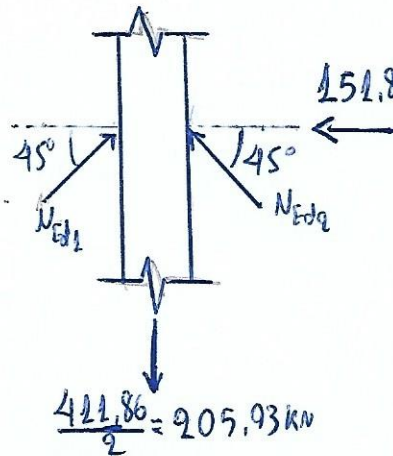
Οπότε η διατομή επαρκεί σε OKA

Έγγραφο σε OKN

$$w \leq \frac{1}{200} \times 400 \text{ cm} \Rightarrow \frac{85}{100} \times \frac{5 \times 9 \text{ ser} \times L^4}{384 \times E \times I} \leq 4 \Rightarrow \frac{0.011 \times 100 \text{ (kN/m)} \times 4000^4 \text{ (cm}^4\text{)}}{321.083 \times 21.000 \text{ (kN/cm}^2\text{)}}$$

$\leq 4 \Rightarrow 3.75 < 4$ η διατομή
επαρκεί σε
OKN

β. Οι δύο κεντρίμενες ράβδοι υποποιών την αντίδραση κατά την οριζόντια διεύθυνση που υπολογίστηκε $V_{A,Ed} = 151,88 \text{ kN}$. Επίσης οι τέσσερις ράβδοι παραλαμβάνουν θλιπτικό φορτίο που υπολογίστηκε $H_{A,Ed} = 411,86 \text{ kN}$. Η οριζόντια φόρτιση εφαρμόζεται στη μία ράβδο και θλίβει την άλλη. Θα εξετάσω την ηλίκον θλιβόμενη ράβδο αυτή που ενώνει τον αγκυρό με τον κόμβο ΛΛ.



$$151,88 \text{ kN} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot N_2 - \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot N_2 = 151,88 \text{ kN} \Rightarrow N_1 = N_2 + 214,79$$

$$\frac{\sqrt{2}}{2} \cdot (N_1 + N_2) = 205,93 \Rightarrow 2 \cdot N_2 = 291,23 - 214,79 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow N_2 = 38,22 \text{ kN}$$

$$\text{Άρα } N_1 = 253,01 \text{ kN}$$

Υποθέτω $\chi = 0,2$: $N_{b,Rd} > N_{Ed} \Rightarrow \chi \cdot \frac{f_y \cdot A}{\gamma_{m1}} \geq N_{Ed} \Rightarrow A \geq \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{m1}}{\chi \cdot f_y} = \frac{253,01 \text{ kN} \cdot 1,00}{0,2 \cdot 23,5 \text{ (N/mm}^2\text{)}} = 53,83 \text{ cm}^2$

Επιλέγω διατομή HEA 200 ($A = 53,8 \text{ cm}^2$, $i_z = 4,98 \text{ cm}$)
Προφανώς από στοιχεία που δεν υπάρχουν ηθευρικά εξασφαλιστός υψίστος άξονας είναι ο z-z.

$$\bar{\lambda}_z = \frac{L_{cr}}{i} > \frac{1}{\lambda_2} = \frac{\sqrt{2} \cdot 240 \text{ (cm)}}{4,98 \text{ (cm)}} \cdot \frac{1}{93,9} = 0,73$$

$$\frac{h}{b} = \frac{190}{200} < 1,2, t_f = 10 \text{ mm} < 40 \text{ mm}$$

$$\varphi = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (0,73 - 0,2) + 0,73^2] = 0,9$$

$$\chi = 0,7$$

$$\text{Οπότε } N_{b,Rd} = \frac{0,7 \cdot 23,5 \text{ (N/mm}^2\text{)} \cdot 53,8 \text{ (cm}^2\text{)}}{1,00} = 885,01 \text{ kN}$$

Εξετάζω διατομή HEA 140: ($A = 31,4 \text{ cm}^2$, $i_z = 3,52 \text{ cm}$)

$$\bar{\lambda}_z = 1,03$$

$$\frac{h}{b} = \frac{133}{140} < 1,2, t_f < 40 \text{ mm}$$

$$\varphi = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (1,03 - 0,2) + 1,03^2] = 1,23$$

$$\chi = 0,53$$

$$\text{Οπότε } N_{b,Rd} = \frac{0,53 \cdot 23,5 \cdot 31,4}{1,00} = 387,9 \text{ kN}$$

Εξετάζω διατομή HEA 120 $A = 25,3 \text{ cm}^2$, $i_z = 3,02 \text{ cm}$

$$\bar{\lambda}_z = 1,2$$

$$\varphi = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (1,2 - 0,2) + 1,2^2] = 1,47$$

$$\chi = 0,43$$

$$N_{b,Rd} = \frac{0,43 \cdot 23,5 \cdot 25,3}{1} = 256,4 \text{ kN}$$

Οπότε οικονομικότερη διατομή είναι η HEA 120

γ. Έλεγχος σε διατμήση κοχλίων

$$F_{v,Rd} = m \cdot \eta \cdot \frac{a_v \cdot f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}} = 3 \cdot 2 \cdot \frac{0,6 \cdot 100 \cdot \pi \cdot 1,2^2 / 4}{1,25} = 325,72 \text{ kN} > N_{Ed}$$

Έλεγχος συνδέσμου σε σύνθλιψη αψυχας

$$F_{b,Rd} = m \cdot \frac{k_1 \cdot a_b \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}} = 3 \cdot \frac{2,5 \cdot 0,77 \cdot 36 \cdot 1,2 \cdot 0,5}{1,25} = 99,72 \text{ kN} < N_{Ed}$$

$$a_d = \frac{e_2}{3 \cdot d_0} = 30 / (3 \cdot 13) = 0,77$$

$$a_b = \min \{ a_d; f_{ub} / f_u; 1,0 \} = \min \{ 0,77; 2,78; 1,0 \} = 0,77$$

$$k_1 = \min \{ 2,8 \cdot \frac{e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \} = \min \{ 7,99; 2,5 \} = 2,5$$

Έλεγχος έναντι θραύσης απορριμμένης διατομής

$$A_{net} = A - b \cdot d_0 = 25,3 \text{ cm}^2 - 0,5 \text{ cm} \cdot 1,3 \text{ cm} = 24,65 \text{ cm}^2$$

$$N_{u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 \cdot 24,65 \text{ cm}^2 \cdot 36 \text{ (N/cm}^2\text{)}}{1,25} = 638,93 \text{ kN} > N_{Ed}$$

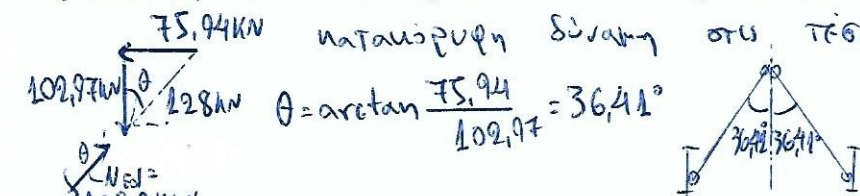
Έλεγχος έναντι διαρροής πλήρους διατομής:

$$N_{p,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{25,3 \text{ cm}^2 \cdot 23,5 \text{ (N/cm}^2\text{)}}{1,00} = 594,55 \text{ kN} > N_{Ed}$$

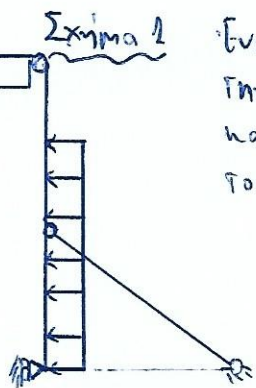
Η σύνδεση δεν επαρκεί σε σύνθλιψη αψυχας

δ) i) Εάν η δόμηση κατακόρυφης μετακίνησης μεταφερθεί στο κάτω άκρο τότε προφανώς η αντίδραση θα έχει ίδιο μέτρο και φορά αλλά θα οριζείται ο αγωγός σε όλο το μήκος του σε αντίθεση με πριν που εφαρμόζαν κατί που είναι δυσμενέστερο.

ii) Η βέλτιστη φορά και γωνία κλίσης θα οριστεί ως η ενοίκυοτερη για την πλέον θλιβόμενη ράβδο. Δηλαδή η συμμετρικένη ράβδος θα πρέπει να έχει τη διεύθυνση του διασώματος των δυνάμεων που ασκείται σε αυτή. Αν μοιράζεται η κατακόρυφη δύναμη στις τέσσερις ράβδους:



iii) Σχήμα 1



Ένα κατασκευαστικό μέτρο το οποίο θα μείωσε την αξονική και τη καμπτική ροπή του αγωγού και κατ'εξήγηση την απαιτούμενη διατομή είναι το εικονιζόμενο στο σχήμα 1.

iv) Γενικά προτιμώνται συμμετρικές διατομές και συνδέσεις. Επιπλέον, κριτήριο είναι ότι τα ελαφρά τμήματα υποδηλοποιούνται από και η ατοχή των κοχλίων σε διατμήση. Θετικό μπορεί να θεωρηθεί η πιθανή μείωση του μήκους των κοχλίων (λόγος οικονομικής σκοπιμότητας)

v) Το ότι αμελήθηκαν οι υδροστατικές πιέσεις επί του αγωγού είναι μια εύλογη παραδοχή μιας και αλλοιωσαναρούνται στο βυθισμένο τμήμα του αγωγού.