PERRET Olivier
17/12

18

Test de Ponts et Structures Métalliques

1 Poutre non mixte

1/ Ici on est en flexion ~~pure~~ mais avec asymétrie

× Membrure supérieure comprimée :

$$\varepsilon = \sqrt{235/f_y} = \sqrt{235/355} = 0{,}81$$

$$\text{élancement} = \frac{b_s - t_w}{2\,t_{fs}} = 8{,}3$$

$9\varepsilon = 7{,}29$
$10\varepsilon = 8{,}1$
$14\varepsilon = 11{,}34$

$$10\varepsilon \leq 8{,}3 \leq 14\varepsilon$$

Membrure supérieure de classe 3

× Membrure inférieure tendue ⇒ classe 1

2/ On utilise la classification de pure flexion et comprimée car on a une dissymétrie.

$$F_{sup} = \frac{b_s \times t_{fs} \times f_{yk}}{\gamma_{M0}} = 1{,}59\ MN$$

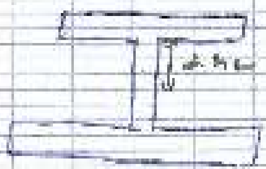
$$F_{âme} = \frac{h_w \, t_w \, f_y}{\gamma_{M0}} = 4{,}97\ MN$$

$F_{inf} = \frac{b_i \, t_{fi} \, f_y}{\gamma_{M0}} = 3,73 \, MN$

On a $F_{sup} + F_{âme} > F_{inf}$

et $F_{sup} < F_{âme} + F_{inf}$

donc l'axe neutre dans l'âme plastique



$\alpha F_{âme} + F_{sup} = (1-\alpha) F_{âme} + F_{inf}$

$$\alpha = \frac{F_{inf} - F_{sup} + F_{âme}}{2 F_{âme}}$$

$\underline{\alpha = 0,72}$

Limite classe 1 $\quad \frac{c}{t} = \frac{396\varepsilon}{13\alpha - 1} = 38,4$

" " 2 $\quad \frac{c}{t} = \frac{456\varepsilon}{13\alpha - 1} = 44,2$

On doit chercher le centre de gravité pour avoir la limite de la classe 3

$$z_G = \frac{z_i A_i + z_4 A_4 + z_5 A_5}{A_i + A_4 + A_5}$$

~~Ai~~ ~~A4~~ $A_i = 10500\,mm^2$ $z_i = 15\,mm$

$A_4 = 14000\,mm^2$ $z_4 = 530\,mm$

$A_5 = 4480\,mm^2$ $z_5 = 1038\,mm$

$z_G = 422\,mm$

$\Rightarrow v_s = 624\,mm$ =

$v_i = 421\,mm$ =

$$\Rightarrow \psi = \frac{-v_i}{v_s} = -0,68$$

$$\psi = \frac{-(V_i - t_{fi})}{V_s - t_{fs}} = -0,64$$

$\Rightarrow$ limite de classe 3 : $l_3 = \frac{42\varepsilon}{0,67 + 0,33\psi}$

$= \cancel{76,3}$ $74,7$

3. $\frac{h_w}{t_w} = 71,4$

$l_2 \leq 71,4 \leq l_3$ =

$\Rightarrow$ <u>âme de classe 3</u> =

4. On fait une analyse élastique car la section est de classe 3.

~~Mel,y~~ $W_{el,y} = \frac{Iy}{\max(v_s, v_i)}$ =

$$I_y = \frac{b_s t_{fs}^3}{12} + b_s t_{fs} \times (z_s - z_G)^2 +$$

$$\frac{b_i t_{fi}^3}{12} + b_i t_{fi} (z_s - z_i)^2 + \frac{h_w t_w^3}{12} + h_w t_w (z_G - z_w)^2$$

$$I_y = 4,77 \times 10^{-3} \ m^4$$

$$\Rightarrow W_{el,y} = \frac{4,77 \times 10^{-3}}{0,624} = 7,64 \times 10^{-3} \ m^3$$

$$\underline{M_{el,Rd} = W_{el,y} \times f_y = 2,71 \ MN.m = M_{Rd}}$$

5. • $V_{pl,z} = \dfrac{0,58 \, A_{vz} f_y}{\gamma_{M0}} = \dfrac{0,58 \, \eta \, h_w t_w f_y}{\gamma_{M0}}$ avec $\eta = 1,2$

$$\underline{V_{pl,z} = 3,46 \ MN}$$

• $h_w / t_w = 71,4 > \dfrac{72 \varepsilon}{\eta}$

$\Rightarrow$ on effectue le test de résistance au voilement

Âme non raidie : $\bar{\lambda}_w = \dfrac{h_w}{86,4 \, t_w \, \varepsilon} = 1,02$

$$\chi_w = \frac{0,83}{\bar{\lambda}_w} = 0,81$$

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w f_{yw} h_w t_w}{\sqrt{3} \, \gamma_{M1}} = \underline{2,11 \ MN}$$

$$V_{Rd} = Min(V_{Rd,max}, V_{pl,Rd})$$

$$\underline{V_{Rd} = 2,12\ MN}$$

6. $\times\ \sigma_{Béton}$ $\quad M_{max} \leq M_{Rd}$

$$q_{ELU} \frac{L^2}{8} \leq M_{Rd}$$

$$q_{ELU} \leq 54,2\ kN/ml$$

$$\Rightarrow \underline{Q \leq 10,7\ kN/ml}$$

$\times$ $\quad V_{max} \leq V_{Rd}$

$$q_{ELU} \frac{L}{2} \leq V_{Rd}$$

$$q_{ELU} \leq 212\ kN/ml \geqslant 54,2$$

$$\Rightarrow \underline{Q_{max} = 10,7\ kN/ml}$$

B 7

membrure inférieure tendue ⇒ classe 1

membrure supérieure connectée à la dalle ⇒ classe 1

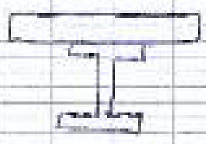
8 $\cancel{z_m = \dfrac{z_a \times A_{acier} + z_b A_b/n}{A_{acier} + A_b/n}}$

$\cancel{\text{avec } n = \dfrac{E_{acier}}{E_{béton}} = 8,46}$

$$F_{béton} = \frac{b_e \, 0,85 f_{ck}}{\gamma_c} = 13,8 \text{ MN}$$

$$F_{béton} > F_{profilé} = F_{sup} + F_{ame} + F_{inf}$$

⇒ ANP dans la dalle de béton



$$(1-\alpha) F_{béton} = F_{profilé}$$

$$\alpha = \frac{F_{béton} - F_{profilé}}{F_{béton}}$$

$$\alpha = 0,84$$

48 mm

⇒ $x_{ANP} = \alpha e =$ mm

$$M_{Rd} = F_{béton}(1-\alpha)(1-\alpha)\frac{c}{2} + [illegible] +$$

$$F_{acier}\left(h_{profilé} - z_G + z_{ANP}\right) =$$

$\underline{M_{Rd} = 7,\cancel{65}\ MN.m}$ =

10./ On a la même résistance à l'effort tranchant que la poutre PRS.

$$\underline{V_{Rd} = 2,17\ MN.m}$$ =

11./ $M \leq M_{Rd}$

$$q_{ELU} \leq \frac{8 M_{Rd}}{L^2} =$$

$$\leq 0,1538\ MN/ml \geq 0,217\ (\text{ELS}\ [illegible]$$

=

$\Rightarrow$ $\underline{Q \leq 77,1\ kN/ml}$ On constate qu'elle est près de 8 fois plus importante que la poutre PRS seule.

=

II 1

× $q_{ELS} = G + \max\left(0{,}9(Q+S),\ Q,\ S\right)$

$$\underline{q_{ELS} = 15{,}2\ kN/ml}$$

× $q_{ELU} = 1{,}35\,G + \max\left(1{,}35(Q+S),\ 1{,}5\,Q,\ 1{,}5\,S\right)$

$$\underline{q_{ELU} = 21{,}6\ kN/ml}$$

2 $\dfrac{5\, q_{ELS}\, L^4}{384\, E\, I_y} = f_{max} \leq \bar{f}$

$$I_y \geq \frac{5\, q_{ELS}\, L^4}{384\, E\, \bar{f}}$$

$$\underline{I_y \geq 1{,}88 \times 10^{-4}\ m^4}$$

[illegible]

3 $A_{vz} \geq \dfrac{\sqrt{3}\, V_z}{f_y}$ V_z à l'ELU $V_z = \dfrac{q_{ELU}\, L}{2}$

$$V_z = 0{,}108\ MN$$

$$\underline{A_{vz} \geq 7{,}96 \times 10^{-4}\ m^2}$$

4/ $W_{pl} \geq \frac{M_{f}}{f_y} = \frac{q_{u} L^2}{8 f_y} = \underline{1,15 \times 10^{-3} m^3}$

Hyp. classe 1 ou 2

5/ IPE 400 ≈ 66,3 kg/ml
HE 280 B ≈ 103 kg/ml
HE 320 A ≈ 97,6 kg/ml

classe 1

On choisit donc un IPE 400 (le plus économique)