

M1 Génie Civil

Construction métallique, Session 1, 2012

Eléments de correction

1)

Charge permanente : $G = 0,15 \times 25 = 3,75 \text{ kN/m}^2$

Charge d'exploitation : Parking catégorie F : $2,3 \text{ kN/m}^2$ (Ce n'est pas une toiture)

Neige : Toulouse, région A2 : $0,45 \times (\mu = 0,8) = 0,36 \text{ kN/m}^2$

Les poutres secondaires sont espacées tous les 2 mètres

$$g = 3.75 \times 2 = 7,5 \text{ kN/m}$$

$$q = 2.3 \times 2 = 4.6 \text{ kN/m}$$

$$s = 0.36 \times 2 = 0.72 \text{ kN/m}$$

$$2) q_{ELS} = g + q + 0,5.s = 12,46 \text{ kN/m}$$

3) le poids propre étant ici très important, on peut se contenter de vérifier :

$$\delta_{\max} < L / 250$$

Attention la poutre est hyperstatique, la flèche n'est donc pas $5.pL^4/(384EI)$, comme beaucoup d'étudiants l'ont écrit. Il fallait utiliser la formule de l'énoncé $pL^4/(384EI)$. Cette formule de flèche provient du fait que la poutre est une longue poutre hyperstatique, on peut donc dire que ce qui se passe dans la travée revient à étudier une poutre bi-encastée. La formule de la flèche d'une telle poutre est donnée dans le formulaire (p.152).

Ce qui conduit à $I > 3890 \text{ cm}^4$

Soit à un IPE 240

4) Réversibilité de la flèche

Attention : comme expliqué ci-dessus cette poutre est hyperstatique. En aucun cas, le moment max est égale à $p.L^2 / 8$ (comme la presque totalité des étudiants l'ont écrit). Le calcul exact est compliqué, en s'inspirant de ce qui avait été fait pour la flèche, il fallait se ramener à une poutre bi-encastée. Le moment max est alors sur appui et vaut $p.L^2 / 12$ (également dans le formulaire p.152).

$$5) q_{ELU} = 1.35 g + 1.5 q + 1.5 \times 0,5.s = 17,5 \text{ kN/m}$$

6) Voilement pour un IPE 240

$$d/t_f = 37 < 72$$

$$(b/2) / t_f = 6.7 < 10$$

⇒ Classe 1

7) On se ramène encore une fois à une poutre bi encastree, déjà étudiée en cours (p21), on peut donc écrire que : $M_{pu} = p.L^2 / 16 = 0.109 \text{ MN.m}$

8) Classe 1 pour le voilement

Attention : L'énoncé précise qu'il n'y a pas de risque de déversement, et il n'y a pas de risque de flambement puisque l'élément est uniquement en flexion simple. La vérification est donc juste une vérification en flexion

$$M_{pl} = f_y \cdot W_{pl} = 235 \times 366 \cdot 10^{-6} = 0.08 \text{ MN.m}$$

⇒ Ce profilé ne passait donc pas à l'ELU.

$$9) q_{ELS} = (G + Q + 0.5S) \times 10 = 62.3 \text{ kN/m}$$

10) La structure étant hyperstatique, un calcul avec une charge de 100kN/m et une certaine inertie avait été fourni. Pour répondre aux questions, il faut partir de ce calcul et utiliser la linéarité par rapport à l'inertie et la charge.

pour 100 kN/m → $f = 0,088 \text{ m}$, donc pour 62.3 kN/m → $f = 0.054 \text{ m}$ limité à $l/250$

En faisant une règle de 3 sur l'inertie, on obtient $I = 0.054/0.048 \times 92000 = 103500 \text{ cm}^4$ (attention la flèche est inversement proportionnelle à l'inertie)

→ choix : IPE O 600 ou IPE 750.

11) F_x et F_y s'obtiennent par proportionnalité à partir des données du calcul pour $p = 100 \text{ kN/m}$.

$$\text{Et } M_B = F_x \cdot (h=6\text{m})$$

Pour q_{ELS} , on obtient ainsi $F_x = -124 \text{ kN}$, $F_y = 436 \text{ kN}$ et $M_B = -747.6 \text{ kN.m}$

12) à mi-portée, le moment $M = p.L^2 / 8 + M_B/2 = 380 \text{ kN.m}$ (somme du moment iso et de l'hyper) → inférieur à M_B

La contrainte vaut donc : $747.6 \cdot 10^{-3} / 3878 \cdot 10^{-6} = 192 \text{ MPa} < 235 \text{ MPa}$ pour l'IPE O 600.

13) Voilement : attention l'élément est en flexion composée

$$\alpha = 0.68 \text{ et } d/t_w = 34.3 < 37.7 \rightarrow \text{classe 1}$$

$$c/t = 4.7 < 10 \rightarrow \text{semelle classe 1}$$

14) A est fixe → portique à nœud fixe

$$\eta_2 = 1 \text{ (articulation)}$$

$$\eta_2 = K_c / (K_c + K_{11})$$

Avec $K_{11} = 0,75$ / / L car traverse articulée en A

Donc $\eta_2 = (l/6) / (l/6 + 0.75.l/12) = 0.72$ (les l sont identiques et se simplifient donc mais pas les longueurs)

$$\Leftrightarrow L_f / L = 0.88 \rightarrow L_f = 5.3 \text{ m} \rightarrow N_{cry} = 87.9 \text{ MN}$$

15) Hors plan : $l_f = 6 \text{ m} \rightarrow N_{crz} = 2.6 \text{ MN}$

$$N_{pl} = A.f_y = 4.6 \text{ MN}$$

D'où :

$\lambda_y = 0.223$ et $\lambda_z = 1.33 > 0.2 \rightarrow$ risque de flambement hors du plan du portique

16) Classe 1, risque de flambement, pas de risque de déversement \rightarrow vérif de la formule 5.51 page 98 :

$$\text{Avec } \chi_{\min} = 0.619, \beta_m = 1.8, \mu_y = -0.01, k_y = 1.0015$$

$$\text{On obtient finalement : } 0.65 / 2.6 + 1.121 / 1.03 > 1$$

\Leftrightarrow Le profilé ne passe pas, il faut le redimensionner et passe en HE

17) Epaisseur de cornière = $t_w / 2 = 5.5 \text{ mm}$ (l'épaisseur à utiliser est celle de la poutre et pas celle du poteau) \rightarrow on prend une cornière avec $t = 6 \text{ mm} \rightarrow$ boulons de diamètre 14

$$18) V_u = p_u.L - F_y = 87.8 \times 12 - 654 = 467 \text{ kN}$$

$$F_{vRd} = 0.6 f_{ub}.A_s / \gamma_{Mb} = 30 \text{ kN} \Rightarrow n = 467 / 2 / 30 = 7.7 \rightarrow 8 \text{ boulons}$$

19)

$$D_0 = d + 1 \text{ mm} = 15 \text{ mm}$$

\Leftrightarrow Le tableau 19 p. 107 permet de calculer les entraxes et les pinces minimales

\Leftrightarrow Ce qui permet de dessiner la cornière et d'en déduire les d_i et finalement de calculer l'effort parasite (question 20).