

Master MS2 - 5AG10 Pratique des codes de calcul : TP Cast3M

Examen 16 Novembre 2016

Exercice 1 : Flambage et flexion d'une poutre console

Description du problème

On considère la poutre console en acier représenté sur la figure 1. La poutre est de longueur $L = 1\text{ m}$, de section carrée $S = 0.02 \times 0.02\text{ m}^2$, de module d'Young $E = 200\text{ GPa}$ et de coefficient de Poisson $\nu = 0.3$. Dans un premier temps, on réalisera le calcul de flambage pour trouver la charge critique d'Euler F_{1c} de cette structure. Dans un second temps, on simulera la flexion de la poutre soumise simultanément à une charge transverse F_2 et une charge de compression aF_{1c} . Les calculs pourront être réalisés en 2D et le poids propre sera négligé.

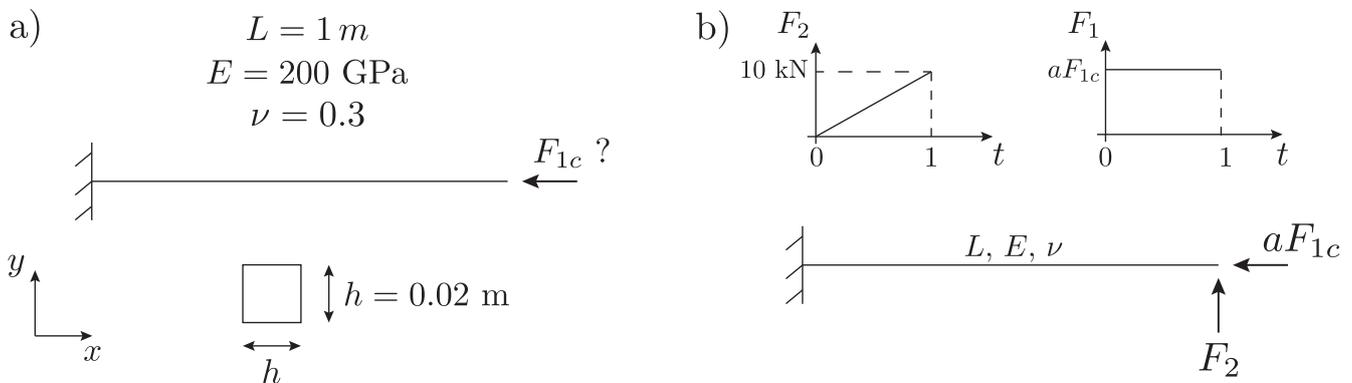


FIGURE 1 – Poutre console soumise à différents types de chargements. a) Calcul de flambage de la poutre en compression. b) On applique de manière quasi-statique une charge transverse F_2 tout en maintenant une charge de compression constante aF_{1c} .

Analyse de flambage

1. Modéliser la structure de la figure 1.a) et réaliser le calcul élastique de la poutre console soumise à une force de compression $F_1 = 1\text{ N}$ à son extrémité.
2. Calculer et afficher les deux premiers modes de flambement de la structure à l'aide de l'opérateur VIBR. Donner la charge critique d'Euler F_{1c} de cette structure.

Calculs de déflexions non linéaires

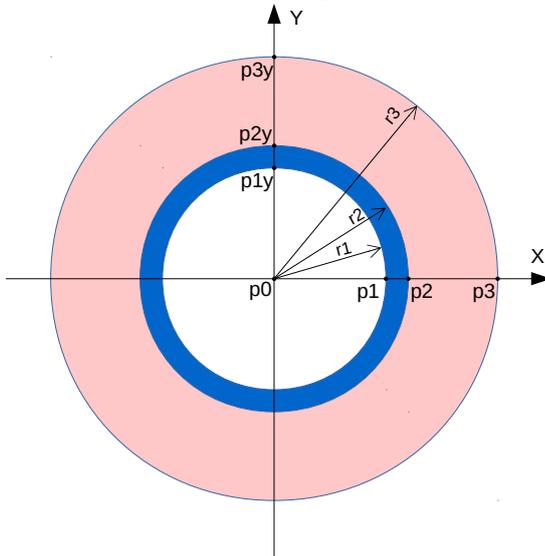
On souhaite réaliser le calcul non linéaire de la poutre soumise à une force transverse F_2 tout en maintenant une force de compression F_1 à son extrémité. On augmentera le chargement F_2 de manière quasi-statique jusqu'à 10 kN alors que le chargement F_1 sera constant de valeur $a * F_{1c}$.

3. Réaliser le calcul non linéaire géométrique de la poutre console lorsque la force de compression F_1 est constante de valeur $0.1 * F_{1c}$ (pour sommer deux chargements différents, il suffit d'utiliser l'opérateur ET sous Castem). Tracer l'évolution entre la force F_2 et le déplacement en y de son point d'application. Commenter.
4. Répéter cette analyse pour différentes forces de compression $F_1 = 0.2 * F_{1c}, 0.3 * F_{1c}, 0.4 * F_{1c}$ et $0.5 * F_{1c}$. Quelle est l'influence de la force de compression sur la déflexion non linéaire transverse de la poutre?

Exercice 2 : Thermo-élasticité d'un assemblage bi-matériau

Description du problème

On considère le cas d'un tube constitué de 2 matériaux de manière concentrique tel que représenté figure 2. On suppose une adhérence parfaite entre les 2 matériaux. Le tube est très long et l'étude sera réalisée dans le plan de la figure 2. Les caractéristiques géométriques et matériaux sont données table 1.



	Tube 1	Tube 2
Rayon intérieur (mm)	10	12
Rayon extérieur (mm)	12	20
Module d'Young (GPa)	2000	2
Coefficient de Poisson	0.3	0.4
Masse volumique (kg/m ³)	7800	1400
Capacité calorifique (J/m ³ K)	1500	500
Conductivité thermique (W/mK)	40	0.16
Coefficient de dilatation thermique (1/K)	1.E-5	7.E-5
Limite d'élasticité (MPa)	250	20

TABLE 1 – Caractéristiques géométriques et matériaux

FIGURE 2 – Schéma du problème

Initialement, la structure est libre de contraintes et à une température initiale de 20°C. Un fluide à 120°C circulant à l'intérieur du tube vient l'échauffer, la paroi extérieure restant à 20°C. L'étude consiste à :

- calculer le champs de température,
- calculer les déformations d'origine thermique résultantes lorsque :
 - a. le tube est libre de se dilater,
 - b. le tube est contraint à l'intérieur d'une cavité circulaire.

Analyse thermique

5. Quelles sont les symétries du problème ?
6. On choisit de faire l'étude sur un quart de tube. Aurait-on pu simplifier d'avantage le modèle ?

Maillage

7. Créer les 7 points représentés sur la figure 2.
8. En utilisant ces points, créer les arcs de cercle c1, c2 et c3 de rayons respectifs r1, r2 et r3.
9. Générer les deux surfaces relatives aux deux matériaux.
10. Récupérer les cotés éventuellement non-nommés et vérifier par tracé graphique leur position.

Modèle thermique

11. Créer le modèle thermique (assemblage de 2 modèles élémentaires) et le(s) matériau(x) associé(s). Quelles sont les données nécessaires et suffisantes à ce problème ?
12. Quelles sont les conditions aux limites et le chargement ?

Résolution thermique

13. Résoudre le problème.
14. Tracer les isovaleurs de température.
15. Quelle est la température au point p2?
16. Dessiner l'évolution de la température le long d'un rayon (pour $X \in [r1 : r2]$, $Y = 0$ par exemple).

Analyse thermo-élastique - Cas a. tube libre

On considère d'abord le cas du tube libre de se dilater.

17. Définissez le modèle mécanique.
18. Définissez les conditions aux limites. Justifiez.
19. Créer le chargement lié à l'élévation de température.
20. Calculez la réponse élastique de la structure.
21. Tracez le maillage déformé et non-déformé.
22. Dessiner en bleu l'évolution du déplacement le long d'un rayon. Quelle est la valeur maximale du déplacement?
23. Calculez les contraintes de Von Mises. Tracez les sur chacun des 2 modèles indépendamment. Quel matériau sera le plus enclin à plastifier le premier?

Analyse thermo-élastique - Cas b. tube contraint

On considère désormais le tube contraint. Cette contrainte est donnée par la commande :

```
clcon = BLOQ 'MAXI' 'RADIAL' p0 c3;
```

24. En vous aidant éventuellement de la notice, expliquez mathématiquement le sens de la contrainte sus-citée.
25. A la suite du premier cas, faites une deuxième analyse thermo-élastique en ajoutant la condition de contrainte ci-dessus.
26. Calculez la réponse élastique de la structure.
27. Tracez le maillage déformé et non-déformé.
28. Dessiner en orange l'évolution du déplacement le long d'un rayon et comparer avec celle du cas a. Quelle est la valeur maximale du déplacement?
29. Calculez les contraintes de Von Mises. Tracez les sur chacun des 2 modèles indépendamment. Quel matériau sera le plus enclin à plastifier le premier?

Analyse élasto-plastique (bonus)

On souhaite prendre en compte le comportement plastique des matériaux (loi plastique parfaite).

30. En pratique, que faut-il changer pour re-définir le modèle?
31. Peut-on toujours utiliser l'opérateur RESO? Si non, quel opérateur ou procédure proposez-vous? Justifiez vos réponses.
32. Dans un nouveau jeu de donnée (nouveau fichier dgibi), écrivez le code nécessaire à cette analyse.
33. Vérifiez graphiquement la valeur maximale des contraintes de Von Mises obtenue dans chacun des matériaux.