

SSLP305 - Disque mince en appui sous charge concentrée

Résumé :

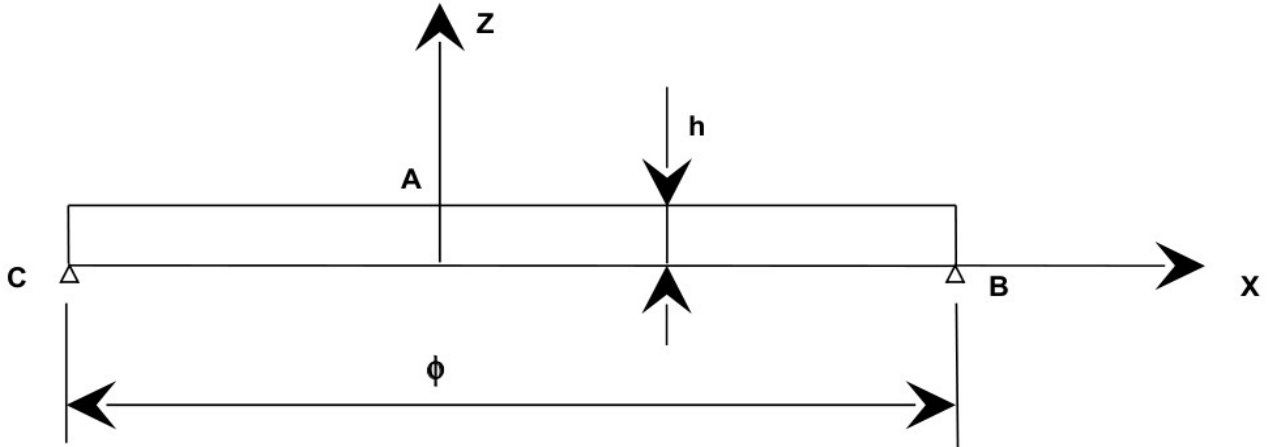
Le test a pour but de valider le calcul de l'énergie potentielle en élasticité linéaire.

Une seule modélisation axisymétrique est présentée.

La solution de référence est analytique.

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



Diamètre : $\phi = 0.5 \text{ m}$

Épaisseur : $h = 0.005 \text{ m}$

1.2 Propriétés de matériaux

Module d'Young : $E = 2.1 \times 10^{11} \text{ Pa}$

Coefficient de Poisson : $\nu = 0.3$

1.3 Conditions aux limites et chargements

- Appui sur le bord ($w = 0$)
- Charge concentrée au point A : $P = -350 \text{ N}$

1.4 Conditions initiales

Sans objet pour l'analyse statique.

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul utilisée pour la solution de référence

- La valeur du déplacement axial au centre du disque (point A) est donné par :

$$W_a = -\frac{P \phi^2}{64 \pi D} \times \frac{3 + \nu}{1 + \nu}$$

$$\text{où } D = \frac{E h^3}{12 (1 - \nu^2)}$$

- La valeur de l'énergie potentielle (à l'équilibre) est donnée par :

$$E_p = -\frac{1}{2} P W_a$$

- La valeur absolue de l'énergie potentielle par radian est :

$$e_p = \frac{1}{2} \frac{P W_a}{2 \pi}$$

2.2 Résultats de référence

- Déplacement au point A : $W_a = -0.4596 \times 10^{-3} m$
- Energie potentielle par radian : $e_p = 0.012799 Nm / rd$

2.3 Incertitude sur la solution

Solution analytique.

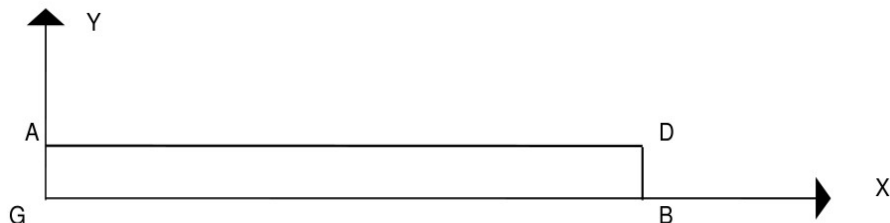
2.4 Références bibliographiques

- 1) R. J. ROARK et W. C. YOUNG Formulas for stress and strain, 5^{ème} édition, New York, Mc Graw-Hill, 1975

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

C'est une modélisation axisymétrique.



Conditions limites :

en B `DDL_IMPO : ( GROUP_NO : B DY : 0. )`
sur AG `DDL_IMPO : ( GROUP_NO : 1AG DX : 0. )`

Chargement :

en A `FORCE_NODALE : ( GROUP_NO : A FY : -55.704 )`

Nom des nœuds :

$A = N1$ $B = N755$ $D = N858$ $G = N201$

Découpage : 100 éléments suivant le rayon
2 éléments suivant l'épaisseur

3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 905

Nombre de mailles et types : 100 QUAD 8, 200 TRIA 6, 208 SEG 3

3.3 Valeurs testées

Localisation	Type de valeur	Référence	Aster	% différence
Point A	$W_A(m)$	$-0.4596 \cdot 10^{-3}$	$-0.4617 \cdot 10^{-3}$	0.46
	$e_p(Nm/rd)$	$-1.2799 \cdot 10^{-2}$	$-1.2859 \cdot 10^{-2}$	0.47

3.4 Remarques

- La valeur de la charge à fournir est ramenée à un secteur de 1 radian. Par conséquent, la valeur de l'énergie potentielle donnée sur le fichier résultat correspond à la déformation de ce secteur (au signe près).
- L'option `ENERPOT` calcule en fait une énergie de déformation :

$E_d = \frac{1}{2} U^T K U$ qui est identique à l'énergie potentielle au signe près :

$$E_p = \frac{1}{2} U^T K U - U^T F = -\frac{1}{2} U^T F = -\frac{1}{2} U^T K U \text{ (car } KU = F \text{)}$$

4 Synthèse des résultats

Ces bons résultats sur le déplacement et l'énergie de déformation (écart similaire de 0,5 % avec la solution de référence analytique) montrent que le calcul de cette énergie est correcte. Pour approcher encore mieux la valeur de référence, il faudrait discrétiser davantage le maillage.