SSLL100 - Structure symétrique de poutres avec un coude

Résumé :

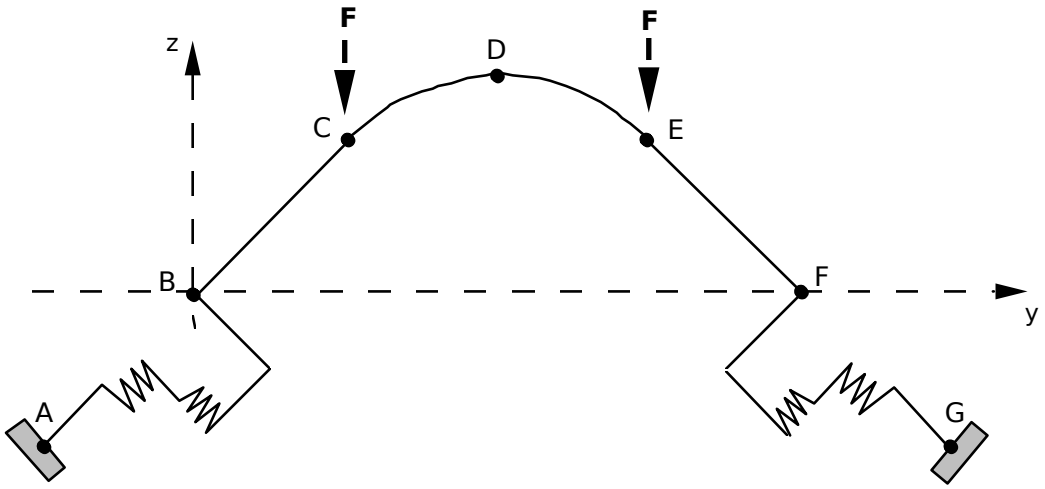
Ce test en statique, élasticité linéaire permet de valider les éléments de poutre droites en flexion plane, ainsi que les éléments discrets. Quatre chargements sont définis, dont certains en repère local.

La solution de référence est issue du dossier de validation du code POUX (sauf pour le cas de chargement 5 où il s'agit de non-régression). Les résultats obtenus avec *Code_Aster* sont assez proches de la référence, écart de l'ordre de 3% .

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



Structure plane symétrique par rapport à la droite $y=4.$

Poutres de section	circulaire	diamètre extérieur	$de=0.04\,m$
		diamètre intérieur	$di=0.01\,m$
Coude	de centre	($y=4$ $z=0$)	et de rayon = $2\sqrt{2}\,m$
Liaison nœud-nœud		$Kx=Kz=10^5\,N/m$	dans le repère local

Coordonnées des points (en m) :

	A	B	C	D	E	F	G
x	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
y	–2.	0.	2.	4.	6.	8.	10.
z	–2.	0.	2.	$2\sqrt{2}$	2.	0.	–2.

1.2 Propriétés de matériaux

Module d'Young: $E=2.1\,10^{11}\,Pa$
Coefficient de Poisson: $\nu=0.3$
Masse volumique: $\rho=7800.\,kg/m^3$
Coefficient de dilatation thermique: $\alpha=10^{-6}\,m/°C$

1.3 Conditions aux limites et chargements

Points A et G encastrés ($v=w=0$) (sauf pour le cas de charge 2)

Chargement :
1) charge concentrée en C et E $F=1000\,N$
2) déplacement imposé en A et G $Dx=\sqrt{2}$ en repère local des mailles AB et GF
3) dilatation thermique à $t=100\,°C$
4) poids propre
5) matériau dépendant de T

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul utilisée pour la solution de référence

La solution de référence est celle donnée dans la fiche de validation STA.MPACO/B du code POUX de EDF R&D [bib1], sauf pour le cas de chargement 5 où il s'agit de non-régression.

2.2 Résultats de référence

Déplacements des points B , C et D .

2.3 Incertitude sur la solution

- modélisation B : quelques $\%$ (solution numérique fonction de la discrétisation).

2.4 Références bibliographiques

1. Code de calcul de structures de poutre POUX. Fiche de validation du module EFPOU MPACO/B - Direction des Etudes et Recherches E.D.F (1988)

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

3 Modélisation B

3.1 Caractéristiques de la modélisation

L'arc de poutre a été modélisé en une ligne polygonale de 2×20 SEG2.

Conditions limites :

```
DDL_IMPO= _F(GROUP_NO='Npoutre', DX= 0.0, DRY= 0.0, DRZ= 0.)
          _F(NOEUD=('A','G'),    DX= 0.0, DY= 0.0, DZ= 0. )
```

sauf pour cas de charge 2

```
                (NOEUD='A',          DX= 0.0, DY= 1.0, DZ= 1.0)
                (NOEUD='G',          DX= 0.0, DY=-1.0, DZ= 1.0)
```

cas de charge 1

```
FORCE_NODALE=_F(NOEUD=('C','D'), Fz = -1000.0)
```

cas de charge 3 : Chargement en température via la commande AFFE_MATERIAU

```
AFFE_VARC=_F(NOM_VARC='TEMP', VALE_REF=0., EVOL=TEMP,
             TOUT='OUI', NOM_CHAM='TEMP',),)
```

cas de charge 4

```
PESANTEUR=_F(GRAVITE=9.81,
             DIRECTION=(0.,0.,-1.))
```

Nom des nœuds : A, B, C, D, E, F

3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 45

Nombre de mailles et types : 44 SEG2

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

3.3 Grandeurs testées et résultats

Cas	Point	déplacement (m)	Référence	*Aster*	%diff	tolérance
	B	v_B	–8.120E-3	–8.1209E-3	0.01	1.E-3
1		w_B	–1.000E-2	–1.0000E-2	0.00	
Forces	C	v_C	7.389E-3	7.3863E-3	–0.04	
nodales	D	w_D	–2.553E-2	–2.5528E-2	–0.01	
	B	v_B	9.858E-1	9.8585E-1	–0.00	1.E-3
2		w_B	1.000	1.0000	–0.00	
Déplacement	C	v_C	1.738E-1	1.7374E-1	–0.04	
imposé	D	w_D	1.812	1.8121	0.	
	B	v_B	–5.660E-6	–5.6612E-6	0.02	1.E-3
3		w_B				
Dilatation	C	v_C	–1.305E-4	–1.3051E-4	0.01	
	D	w_D	5.248E-4	5.2484E-4	0.01	
	B	v_B	–3.111E-3	–3.1145E-3	0.11	5.E-3
4		w_B	–4.552E-3	–4.5521E-3	0.00	
Pesanteur	C	v_C	1.180E-3	1.1409E-3	–3.31	5.E-2
	D	w_D	–8.850E-3	–8.8148E-3	–0.40	5.E-3

3.4 Remarques

La modélisation du coude par des éléments droits nécessite un maillage très fin, pour une précision suffisante (notamment pour un chargement réparti).

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

4 Synthèse des résultats

Les résultats obtenus avec *Code_Aster* coïncident bien avec ceux du code POUX (solution de référence).

Pour la modélisation B, ils sont très proches ($<4.0\,10^{-4}$) sauf pour le cas de charge de pesanteur, 3% d'écart au maximum, à cause de la dépendance de la solution à la finesse de discrétisation.

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)