

Titre : SSLV121 Etirement d'un parallélépipède isotrope transverse

Date : 26/01/98

Auteur(s) : G. DEBRUYNE

Clé : V3.04.121-C Page : 1/6

Organisme(s) : EDF/IMA/MMN

Manuel de Validation**Fascicule V3.04 : Statique linéaire des structures volumiques****Document : V3.04.121**

SSLV121 - Etirement d'un parallélépipède isotrope transverse sous son propre poids

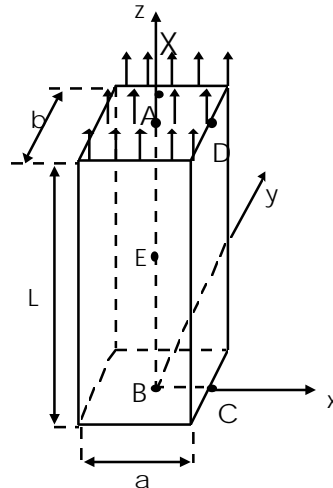
Résumé :

Ce test de mécanique des structures permet l'évaluation des déplacements et des contraintes d'un parallélépipède se déformant sous son propre poids. Le matériau est élastique linéaire isotrope transverse. La modélisation est tridimensionnelle. Le modèle est similaire au test VPCS SSLV07 (mais dans ce cas le matériau est isotrope) et au test SSLV120 (dans ce cas le matériau est orthotrope.).

Les écarts des résultats obtenus par *Aster* se situent entre 0,00 et 0,2% de la référence calculée analytiquement.

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



Hauteur : $L = 3 \text{ m}$

Largeur : $a = 1 \text{ m}$

Epaisseur : $b = 1 \text{ m}$

Coordonnées des points (en mètres) :

| | A | B | C | D | E | X |
|---|----|----|-----|-----|-----|-----|
| x | 0. | 0. | 0.5 | 0.5 | 0. | 0. |
| y | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0.5 |
| z | 3. | 0. | 0. | 3. | 1.5 | 3. |

1.2 Propriétés de matériaux

Modules de YOUNG dans le plan xy et la direction z :

$$E_{_L} = 5. \cdot 10^{11} \text{ Pa}, E_{_N} = 2. \cdot 10^{11} \text{ Pa}.$$

Coefficients de POISSON relatifs au plan xy et à la direction z :

$$\nu_{_LT} = 0.1, \nu_{_LN} = 0.3.$$

Module de cisaillement relatif à la direction z :

$$G_{_LN} = 7.69231 \cdot 10^{10} \text{ Pa}.$$

Masse volumique: $\rho = 7800 \text{ kg/m}^3$.

1.3 Conditions aux limites et chargements

Point A : ($u = v = w = 0$, $\theta_x = \theta_y = \theta_z = 0$)

Poids propre suivant l'axe z

Contrainte uniforme à la traction pour la face supérieure :

$$\sigma_z = \rho g L = + 229 \, 554. \text{ Pa}$$

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul utilisée pour la solution de référence

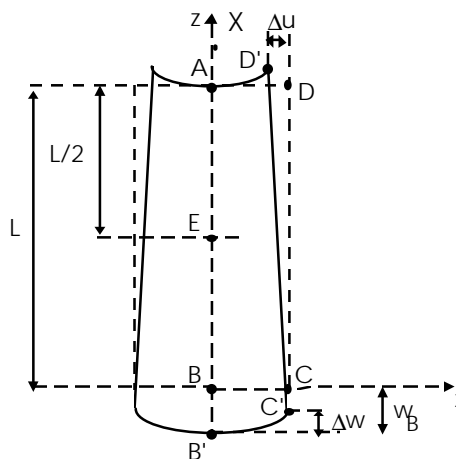
La solution de référence est issue de celle donnée dans la fiche SSLV07/89 du guide VPCS (en considérant en plus une matrice élastique isotrope transverse). L'expression analytique de la solution est la suivante :

Déplacements :

$$u = -\frac{\nu_{-z} \rho g x z}{E_{-z}} \quad v = -\frac{\nu_{-z} \rho g y z}{E_{-z}} \quad w = -\frac{\rho g z^2}{2E_{-z}} + \frac{\nu \rho g}{2E_{-z}} (\nu_{-z} x^2 + \nu_{-z} y^2) - \frac{\rho g L^2}{2E_{-z}}$$

Contraintes :

$$\sigma_{zz} = \rho g z \quad \sigma_{xx} = \sigma_{yy} = \sigma_{xy} = \sigma_{yz} = \sigma_{zx} = 0$$



2.2 Résultats de référence

Déplacement des points B , C , D , E et X.

Contraintes σ_{zz} en A et E

2.3 Incertitude sur la solution

Résultats analytiques exacts.

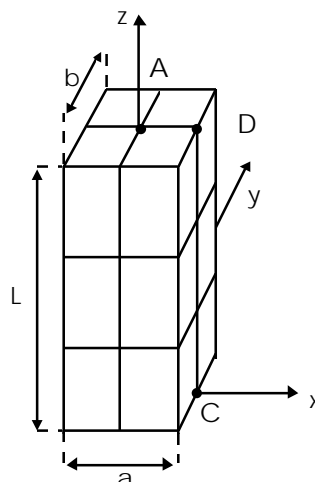
2.4 Références bibliographiques

- [1] TIMOSHENKO (S.P) Théorie de l'élasticité - Paris - Librairie Polytechnique Ch. Béranger , p.279 à 282 (1961)
- [2] S.W. TSAI, H.T. HAHN - Introduction to composite materials. Technomic Publishing Company (1980).

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

3D



Découpage :

3 en hauteur

2 en largeur et épaisseur

mailles hexa20

Conditions limites :

sur l'axe AB

en A et D

```
DDL_IMPO : ( GROUP_NO:ABsansA  DX=0. , DY=0. )
            ( NOEUD:A      DX=0. , DY=0. , DZ=0. )
            ( NOEUD:D      DY=0. )
```

Noms des nœuds :

A = N59

B = N53

C = N12

D = N18

E = N56

X = N70

3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de noeuds : 111

Nombre de mailles et types : 12 HEXA20

3.3 Fonctionnalités testées

| Commandes | | | Clés |
|----------------|--------------|----------|------------|
| AFFE_CHAR_MECA | DDL_IMPO | GROUP_NO | [U4.25.01] |
| | PESANTEUR | | |
| | FORCE_FACE | GROUP_MA | |
| AFFE_MATERIAU | TOUT | | [U4.23.02] |
| AFFE_MODELE | 'MECANIQUE' | '3D' | [U4.22.01] |
| DEFI_MATERIAU | ELAS_ISTR_FO | | |

4 Résultats de la modélisation A

4.1 Valeurs testées

| Identification | Référence | Aster | % différence |
|-------------------|----------------------------|----------------------------|--------------|
| U _B | 0. | 10 ⁻²² | - |
| V _B | 0. | 10 ⁻²² | - |
| W _B | -1.72165510 ⁻⁶ | -1.72167210 ⁻⁶ | 0.01 |
| U _C | 0. | = 10 ⁻¹⁴ | - |
| V _C | 0. | = 10 ⁻¹⁹ | - |
| W _C | -1.707308 10 ⁻⁶ | -1.707325 10 ⁻⁶ | 0.01 |
| U _D | -1.721655 10 ⁻⁷ | -1.721649 10 ⁻⁷ | 0.01 |
| V _D | 0. | = 10 ⁻²³ | - |
| W _D | 1.434713 10 ⁻⁸ | 1.432587 10 ⁻⁸ | 0.2 |
| U _E | 0. | = 10 ⁻²² | - |
| V _E | 0. | = 10 ⁻²³ | - |
| W _E | -1.291241 10 ⁻⁶ | -1.291259 10 ⁻⁶ | 0.01 |
| (Pa) | | | |
| σ_{zz} (A) | 2.29554 10 ⁵ | 2.2956 10 ⁵ | < 0.01 |
| σ_{zz} (E) | 1.14777 10 ⁵ | 1.14777 10 ⁵ | < 0.01 |
| σ_{zz} (X) | 2.29554 10 ⁵ | 2.29549 10 ⁵ | < 0.01 |
| U _X | 0. | 10 ⁻²⁰ | - |
| V _X | -1.721655 10 ⁻⁷ | -1.721649 10 ⁻⁷ | - |
| W _X | 1.434712 10 ⁻⁸ | 1.432587 10 ⁻⁸ | 0.15 |

4.2 Remarques

La modélisation en HEXA20 est tout à fait acceptable pour ce maillage grossier.

4.3 Paramètres d'exécution

Version : 3.04.00

Machine : CRAY C90

Encombrement mémoire : 8 Mw

Système :

Temps CPU User :

UNICOS 8.0

4.25 secondes

5 Synthèse des résultats

Les résultats concernant les déplacements et les contraintes sont très proches de la solution analytique avec la modélisation adoptée (< 0.2% pour les déplacements, < 0.5% pour les contraintes).

Le fait qu'il n'y ait qu'une seule composante des contraintes (σ_{zz}) dans le problème ne permet que de tester 2 coefficients élastiques (E_Z et ν_{UZ}).

Bien que ces coefficients soient constants, ils ont été introduits sous forme de fonctions pour tester la fonctionnalité `ELAS_GITR_FO`.

Les coefficients élastiques dans le plan XY et la direction Z ont été choisis de manière à obtenir les mêmes valeurs des déplacements aux points B,C,D et E que celles calculées pour un matériau isotrope (test SSLV07) ou orthotrope (test SSLV120). Numériquement, ces valeurs sont très proches de celles de ces tests aux points considérés (de l'ordre de 10^{-6}) la différence résultant du mode de construction des matrices de raideur dans les différents cas. Au point X, ces valeurs diffèrent mais correspondent bien à la solution de référence.