ZZZZ127 - Validation du mot clé LIAISON_MAIL

Résumé :

Ce test valide le mot clé LIAISON_MAIL des commandes AFFE_CHAR_MECA et AFFE_CHAR_THER. Ce mot clé engendre les relations linéaires entre les degrés de liberté des noeuds de 2 bords que l'on met en vis à vis. La programmation est validée en 2D et en 3D par inter-comparaison avec un calcul semblable où les relations entre degrés de liberté sont directement entrées par le mot clé LIAISON_DDL.
On valide également :

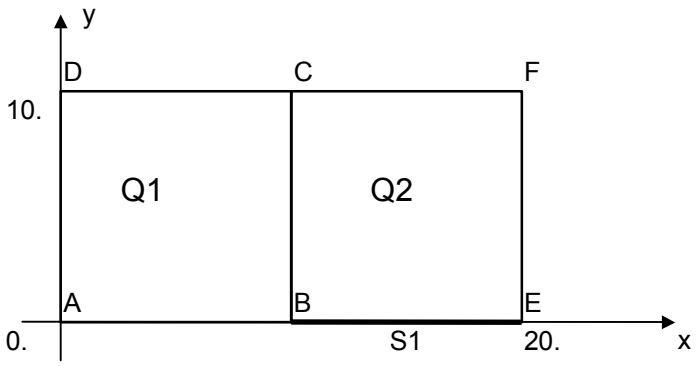
- la transformation géométrique (rotation / translation) appliquée à l'un des bords.
- la restriction des DDL pris dans les relations entre degrés de liberté.
- le mot-clé LIAISON_CHAMNO de la commande AFFE_CHAR_THER (modélisation B).

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

1 Problème de référence

1.1 Géométrie

Le problème traité est plan. La structure étudiée est 1 rectangle découpé en 2 carrés $ABCD$ et $BEFC$.
La solution est établie avec un maillage utilisant 2 QUAD4 correspondant aux 2 carrés.



1.2 Propriétés du matériau

matériau élastique :

$E=10.0$ unités S.I.

$\nu=0.0$

On prend $\nu=0.0$ pour que l'on puisse traiter ce problème plan avec une couche d'éléments 3D en ayant la solution plane.

1.3 Conditions aux limites et chargements

1) On applique une force ponctuelle sur le point F : $FY=4.0$ u.s.i.
2) Blocages :
   point A : $DX=DY=0.$
   point D : $DX=0.$
3) Relations linéaires entre degrés de liberté :

cas de charge : cas1

$$1.0\,DX(E)-0.5\,DY(D)-0.5\,DY(C)=0.0$$
$$1.0\,DY(E)+0.5\,DX(D)+0.5\,DX(C)=0.0$$

cas de charge : cas2

$$1.0\,DY(E)+0.5\,DY(D)+0.5\,DY(C)=0.0$$
$$1.0\,DY(B)+0.5\,DY(C)+0.5\,DY(F)=0.0$$

Les conditions initiales sont sans importance ici.

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

Dans chacun des cas, on réalise un calcul préalable avec le mot clé LIAISON_DDL pour introduire les relations linéaires entre degrés de liberté. Ce calcul sert de référence au calcul avec le mot clé LIAISON_MAIL qui engendre ces relations linéaires.

Pour obtenir les relations linéaires voulues avec LIAISON_MAIL, on écrit :

Cas1 :

```
LIAISON_MAIL:(   NOEUD_2 : E          MAILLE_1:Q1
                 CENTRE: B            ANGL_NAUT: 90.   TRAN:( -5.  0.)  )
```

Ce qui veut dire que l'on élimine les 2 degrés de liberté du noeud E en fonction des degrés de liberté du point E' obtenu lorsque l'on fait subir à E une rotation de 90 degrés autour de B puis une translation de vecteur (–5,0). E' est donc au milieu de CD. Le vecteur déplacement de E est identifié (après rotation de 90 degrés) à celui de E'. On obtient donc les 2 équations :

```
DX(E) =   DY(E') =  0.5 DY(C) + 0.5 DY(D)
DY(E) = - DX(E') = -0.5 DX(C) - 0.5 DX(D)
```

Cas2 :

```
LIAISON_MAIL:(   MAILLE_2 : S1        MAILLE_1:(Q1,Q2)
                 DDL_2:'DNOR'         DDL_1:'DNOR'
                 CENTRE: B            ANGL_NAUT: 180.  TRAN:( +5.  +10.)  )
```

Ce qui veut dire que l'on élimine le déplacement normal des noeuds B et E (noeuds du segment $S1$) en fonction des degrés de liberté des points B' et E' obtenus lorsque l'on fait subir à B et E une rotation de 180 degrés autour de B puis une translation de vecteur $(+5,+10)$. B' est donc au milieu de CF et E' au milieu de DC. Le déplacement normal de B est identifié (après rotation de 180 degrés) à celui de B'. On fait de même pour B'. On obtient alors les 2 équations :

$$DY(E)=-DY(E')=-0.5\,DY(C)-0.5\,DY(D)$$
$$DY(B)=-DY(B')=-0.5\,DY(C)-0.5\,DY(F)$$

2.2 Résultats de référence

On observe le déplacement DY du point F :

cas1 : $DY(F)=1.4153582447720\mathrm{D}+00$

cas2 : $DY(F)=1.0561898652983\mathrm{D}+00$

Ces déplacements sont obtenus avec des relations linéaires entres degrés de liberté introduits par le mot clé LIAISON_DDL.

2.3 Incertitudes sur la solution

Aucune incertitude.

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

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

Le problème est résolu avec la modélisation D_PLAN.

3.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage est formé de :

2 QUAD4 : $Q1$ = $ABCD$ et $Q2$ = $BEFC$

1 SEG2 : $S1$ = BE

3.3 Grandeurs testées et résultats

Identification	Référence
cas1 : $DY(F)$	1.4153582447720D+00
cas2 : $DY(F)$	1.0561898652983D+00

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

4 Modélisation B

4.1 Caractéristiques de la modélisation

Le problème est résolu avec la modélisation 3D.

4.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage est formé de :
2 HEXA8 : $Q1$ et $Q2$
1 QUAD4 : $S1$

4.3 Fonctionnalités testées

Les mêmes que pour la modélisation A mais en 3D.

4.4 Grandeurs testées et résultats

Identification	Référence
cas1 : $DY(F)$	1.4153582447720D+00
cas2 : $DY(F)$	1.0561898652983D+00

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

5 Modélisation D

5.1 Caractéristiques de la modélisation

La modélisation est basée sur la modélisation n du cas test :
[V3.03.101] SSLS101 - Plaque circulaire posée soumise à une pression uniforme.

5.2 Caractéristiques du maillage

Voir le cas test SSLS101.

5.3 Fonctionnalités testées

Trois cas de restriction des DDL sont testés dans cette modélisation :

- Pas de restriction :
  DDL=('DX','DY','DZ','DRX','DRY','DRZ',)
  Comme tous les DDL sont pris en compte, les résultats sont identiques au test SSLS101.
- Restriction sur DRZ :
  DDL=('DX','DY','DZ','DRX','DRY',)
  Compte tenue du chargement et du cas étudié, le fait d'enlever DRZ des DDL pris en compte ne change pas le résultat.
  Les résultats sont identiques au test SSLS101.
- Restriction sur les DRX, DRY , DRZ :
  DDL=('DX','DY','DZ',)
  Ce cas est un test de non-régression.
  La vérification des équations permet de contrôler que les DDL de rotation ne sont pas pris en compte.

Déplacement	Référence
DZ	-1041.5169

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

6 Modélisation F

6.1 Caractéristiques de la modélisation

Il s'agit d'un test de non régression qui définit plusieurs groupes de relations linéaires dans lequel l'élimination des conditions redondantes est nécessaire.

Il est extrait d'un cas de validation SimScale: Thermal Bridge Case 3 – 3D Corner in Building Construction (https://www.simscale.com/docs/validation-cases/thermal-bridge-case-3).

6.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage est beaucoup moins raffiné que le test de référence.

6.3 Fonctionnalités testées

Si on désactive l'élimination des relations redondantes (``ELIM_MULT="NON"``), le test échoue. On conserve donc la valeur par défaut qui est ``OUI``.

On ne vérifie que la valeur de non régression.

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

7 Synthèse des résultats

Les résultats numériques, le déplacement en un point, sont rigoureusement identiques entre les deux calculs *Aster*, avec le mot clé LIAISON_MAIL, ou avec le mot clé LIAISON_DDL.

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