

ZZZZ336 – Validation de la prise en compte des variables de commandes aux sous-points

Résumé :

L'objectif de ce test est de valider la prise en compte des variables de commandes aux sous-points en fournissant au mot-clé `AFFE_VARC` de la commande `AFFE_MATERIAU` un champ ou résultat créé par la méthode `SOUS_POINT` de la commande `PROJ_CHAMP`.

Les modélisations considérées sont les éléments `DKT` et `GRILLE_EXCENTREE`.

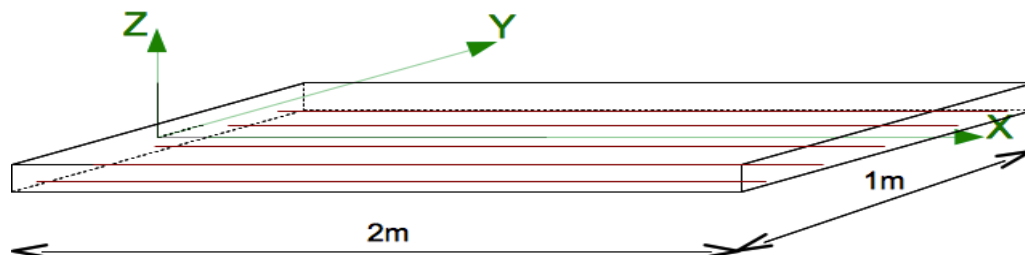
La vérification consiste à projeter un champ de températures issu d'un calcul thermique linéaire 3D sur une dalle composée d'éléments `DKT` multicouches et d'une grille excentrée. La flèche de la dalle due au gradient thermique est calculée en thermo-élasticité linéaire.

La solution de référence est issue d'un calcul identique avec la méthode `CREA_RESU` option `PREP_VRC1`.

1 Problème de référence

1.1 Géométrie et maillages

On considère une dalle en béton de longueur 2 m , de largeur 1 m et d'épaisseur 10 cm . Elle comporte une nappe en acier orientée selon l'axe X , composée de barres de diamètre 8 mm espacées de 20 cm dont l'axe est situé à 2.5 cm en dessous du plan moyen.



1.2 Propriétés des matériaux

Pour le calcul thermique linéaire 3D (sur le béton uniquement) les propriétés sont :

$$\rho C_p = 0$$

$$\lambda = 2\text{ W/m}^2/\text{K}$$

Pour le calcul mécanique les matériaux sont élastiques linéaires :

Béton : $E = 30\text{ GPa}$

acier : $E = 200\text{ GPa}$

$$\nu = 0.2$$

$$\nu = 0.3$$

$$\alpha = 10^{-5}\text{ K}^{-1}$$

$$\alpha = 2 \cdot 10^{-5}\text{ K}^{-1}$$

1.3 Conditions aux limites et chargement

Pour le calcul thermique, la température est imposée sur la face inférieure et la face supérieure :

$$T_{\text{inf}} = 20^\circ\text{C} \text{ et } T_{\text{sup}} = 50^\circ\text{C}$$

La température initiale est $T_{\text{ini}} = 20^\circ\text{C}$

Pour le calcul mécanique, la dalle est simplement appuyée sur ses deux appuis parallèles à Y :

- sur le bord $X = 0$: $DX = DZ = 0$
- sur le bord $X = 1\text{ m}$: $DZ = 0$
- pour le coin $Y = -0.5\text{ m}$: $DY = 0$

Le chargement consiste à imposer la température issue du calcul thermique 3D.

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul

Dans la solution de référence, le champ thermique est imposé à l'aide de la commande `CREA_RESU` option `PREP_VRC1` pour les coques multicouches et les grilles excentrées. Le champ de température, linéaire dans l'épaisseur, varie de 20°C en face inférieure à 50°C en face supérieure.

Le champ `EVOL_THER` (aux sous points) est transmis au calcul mécanique par le mot-clé `AFFE_VARC` de `AFFE_MATERIAU`.

2.2 Grandeurs et résultats de référence

Le gradient thermique dans l'épaisseur impose une déformation mécanique de flexion dans la dalle. Les coefficients de dilatation du matériau acier et du matériau béton ont été volontairement choisis très différents pour générer des contraintes dues à la dilatation différentielle et tester ainsi le bon fonctionnement des éléments grille en même temps que celui des coques multicouches.

Les contraintes engendrées sont uniformes dans les plans parallèles au plan `XY`
Les grandeurs testées sont :

- le déplacement vertical du nœud `C5` au milieu du bord $Y = -0.5\text{m}$
- la contrainte σ_{xx} en face inférieure du béton
- la contrainte σ_{xx} en face supérieur du béton
- la contrainte σ_{xx} dans la couche d'acier

2.3 Incertitudes sur la solution

Néant.

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

Le calcul thermique 3D utilise une modélisation lumpée (3D_DIAG). Toutefois, comme la température est imposée sur les deux faces de l'élément, elle est déterminée partout. Le solveur thermique n'est utilisé ici que pour générer le champ `EVOL_THER` à projeter. Le calcul mécanique utilise des éléments `DKT` multicouches pour le béton et `GRILLE_EXCENTRE` pour l'acier. Le nombre de couches dans les `DKT` est 10. La température issue du calcul thermique 3D est projetée sur les couches des éléments `DKT` et sur les éléments `GRILLE` à l'aide de la méthode `SOUS_POINT` de la commande `PROJ_CHAMP`.

3.2 Caractéristiques du maillage

Pour le calcul thermique le maillage 3D est composé d'une seule maille `HEXA8`.

Pour le calcul mécanique le maillage du plan moyen est réalisé avec 30 éléments `QUAD4`. Les éléments pour les grilles sont générés dans le fichier de commande avec `CREA_MAILLAGE`.

3.3 Grandeurs testées et résultats

La flèche du point `C5` est testée :

Point	Composante	Valeur de référence	Tolérance
C5	DZ	-2.82212559380283E-03	1.E-6

La contrainte dans un élément `DKT` (M27) est testée en face inférieure (sous-point 1, bas de la couche 1) et en face supérieure (sous-point 30, haut de la couche 10). La contrainte dans un élément `GRILLE` (AM27) est testé dans la couche unique (sous-point 1).

Maille	Point	Sous-point	Composante	Valeur de référence	Tolérance
M27	1	1	SIXX	7.074958252E+06	1.E-6
M27	1	30	SIXX	-1.524877428E+06	1.E-6
AM27	1	1	SIXX	-1.154105353E+07	1.E-6

4 Synthèse des résultats

La prise en compte des variables de commandes aux sous-points en fournissant à `AFFE_VARC` un champ ou un résultat créé par la méthode `SOUS_POINT` de la commande `PROJ_CHAMP` est validée pour les éléments `DKT` multicouches et des éléments `GRILLE`.