SZLZ108 - Dommage par les méthodes de TAHERI (TAHERI_MANSON et TAHERI_MIXTE)

Résumé :

Il y a deux modélisations :

- Modélisation A : Ce test a pour but le calcul du dommage à partir d'une histoire de chargement purement uniaxial en déformations par les méthodes TAHERI_MANSON ou TAHERI_MIXTE.
- Modélisation B : Ce test a pour but le calcul du dommage à partir d'une histoire de chargement constante par les trois méthodes de comptage RAIN_FLOW, NATUREL et RCCM.

Les méthodes de Taheri ne s'appliquent qu'à des chargements en déformations et ne permettent pas contrairement à la méthode de Manson-Coffin de tenir compte de l'ordre d'apparition des cycles de contraintes.

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

1 Problème de référence

1.1 Modélisation A

L'analyse consiste à déterminer le dommage subi par une structure soumise à une histoire de chargement en déformations. On utilise la méthode de Rainflow pour déterminer le nombre de cycles élémentaires et la demi amplitude de chaque cycle.

Pour les chargements considérés, la méthode de Rainflow détermine 5 cycles de demi amplitude :
$\frac{\Delta \varepsilon_1}{2}=0.25$, $\frac{\Delta \varepsilon_2}{2}=0.25$, $\frac{\Delta \varepsilon_3}{2}=0.75$, $\frac{\Delta \varepsilon_4}{2}=0.25$ et $\frac{\Delta \varepsilon_5}{2}=1.75$.

Puis on calcule le dommage subi par la structure par la méthode de TAHERI_MANSON et la méthode de TAHERI_MIXTE.

Tant que l'amplitude de déformations des divers cycles appliqués à la structure reste croissante $\frac{\Delta \varepsilon_1}{2} \leq \frac{\Delta \varepsilon_2}{2} \leq ... \leq \frac{\Delta \varepsilon_n}{2}$, les méthodes de TAHERI_MANSON et TAHERI_MIXTE sont identiques à la méthode de MANSON_COFFIN (calcul du nombre de cycles à la rupture, N_{rupt} , par interpolation sur la courbe de Manson-Coffin et calcul du dommage par $1/N_{rupt}$).

Par contre si un cycle i présente une demi amplitude $\frac{\Delta \varepsilon_i}{2}$ inférieure à $\frac{\Delta \varepsilon_{i-1}}{2}$, les méthodes de Taheri diffèrent de la méthode de Manson-Coffin.

- La méthode de TAHERI_MANSON consiste à déterminer une amplitude de contrainte $\frac{\Delta \sigma_i}{2}$ à partir de $\frac{\Delta \varepsilon_i}{2}$ et ε_{max} (valeur maximale de la demi amplitude de déformation rencontrée avant le cycle i).

  Pour ce faire, l'utilisateur doit fournir une nappe $\frac{\Delta \sigma}{2}\left(\frac{\Delta \varepsilon}{2}, \varepsilon_{max}\right)$ sous l'opérande TAHERI_NAPPE.

  A partir de $\frac{\Delta \sigma_i}{2}$, on détermine une demi amplitude de déformations $\frac{\Delta \varepsilon_i^*}{2}$ à l'aide d'une fonction introduite sous l'opérande TAHERI_FONC. La valeur du dommage élémentaire du cycle i , est déterminée par interpolation de $\frac{\Delta \varepsilon_i^*}{2}$ sur la courbe de Manson_Coffin.

- Pour la méthode 'TAHERI_MIXTE', on procède de même pour la détermination de la demi amplitude de contrainte $\frac{\Delta \sigma_i}{2}$, puis on détermine la valeur du dommage élémentaire du cycle i par interpolation de $\frac{\Delta \sigma_i}{2}$ sur la courbe de Wöhler.

  Cette méthode nécessite donc la donnée des courbes de Wöhler et Manson_Coffin.

On détermine le dommage total par cumul linéaire des dommages élémentaires.

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

1.1.1 Propriétés de matériaux

Pour le calcul du dommage de TAHERI_MANSON, on a besoin de la courbe de Manson_Coffin, d'une nappe permettant de calculer $\frac{\Delta\sigma}{2}$ à partir de ($\frac{\Delta\varepsilon}{2}$ et ε_{max}) et d'une fonction permettant de calculer $\frac{\Delta\varepsilon^*}{2}$ à partir de $\frac{\Delta\sigma}{2}$. La nappe (courbe d'écrouissage cyclique avec pré-écrouissage) est introduite sous l'opérande TAHERI_NAPPE et la fonction (courbe d'écrouissage cyclique) sous l'opérande TAHERI_FONC. La courbe de Manson_Coffin est quant à elle introduite dans DEFI_MATERIAU.

Pour le calcul du dommage de TAHERI_MIXTE, on a besoin de la courbe de Manson_Coffin, de la courbe de Wöhler et d'une nappe (courbe d'écrouissage cyclique avec pré-écrouissage) permettant de calculer $\frac{\Delta\sigma}{2}$ à partir de ($\frac{\Delta\varepsilon}{2}$ et ε_{max}). La nappe est introduite sous l'opérande TAHERI_NAPPE. La courbe de Manson_Coffin et la courbe de Wöhler sont introduites dans DEFI_MATERIAU.

1.1.2 Histoire du chargement

t	0.	1.	2.	3.	4.	5.	6.
$\varepsilon(t)$	0.	3.5	3.	3.5	3.	3.5	1.

7.	8.	9.
2.5	0.	0.5

1.2 Modélisation B

L'analyse consiste à un cas spécial où l'histoire de chargement est constante (par exemple, chargement moyen appliqué). Code_Aster va compter l'histoire de chargement entière comme un cycle d'amplitude nulle pour les méthodes de comptage RAIN_FLOW, NATUREL et RCCM.

1.2.1 Propriétés de matériaux

Identique à ceux de la modélisation A.

1.2.2 Histoire du chargement

t	0.	1.	2.	3.
$\varepsilon(t)$	1	1	1	1

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

L'histoire de chargement étant très simple, les résultats de référence peuvent être obtenus manuellement en appliquant les algorithmes présentés dans le document de référence [R7.04.01].

2.2 Incertitude sur la solution

Solution analytique.

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

3 Modélisation A

3.1 Grandeurs testées et résultats

Identification		Référence
Méthode ' TAHERI_MANSON ' (le comptage RAINFLOW)		
Cycle 1	DOMMAGE	5.7142857E−6
Cycle 2	DOMMAGE	5.7142857E−6
Cycle 3	DOMMAGE	8.E−6
Cycle 4	DOMMAGE	6.6666667E−6
Cycle 5	DOMMAGE	4.E−5
calcul du dommage total par cumul linéaire de Miner		6.6095E−5

Méthode ' TAHERI_MIXTE ' (le comptage NATUREL)		
Cycle 1	DOMMAGE	5.7142857E−6
Cycle 2	DOMMAGE	5.7142857E−6
Cycle 3	DOMMAGE	8.E−6
Cycle 4	DOMMAGE	6.6666667E−6
Cycle 5	DOMMAGE	4.E−5
calcul du dommage total par cumul linéaire de Miner		6.6095E−5

Méthode 'TAHERI_MANSON ' (le comptage RAINFLOW_MAX)		
Cycle 1	DOMMAGE	4.E−05
Cycle 2	DOMMAGE	1.E−5
Cycle 3	DOMMAGE	1.E−5
Cycle 4	DOMMAGE	1.33333E−05
Cycle 5	DOMMAGE	1.E−5
calcul du dommage total par cumul linéaire de Miner		8.33333E−5

4 Modélisation B

4.1 Grandeurs testées et résultats

Pour toutes les trois méthodes de comptage (RAIN_FLOW, NATUREL et RCCM), l'amplitude est zéro. Le nombre de cycle à la rupture est 200000 et le dommage est $5.0E-6$.

Identification	Valeur de référence
DOMMAGE	
COMPTAGE/DOMMAGE	
RAINFLOW/TAHERI_MANSON	5.0E−6
RAINFLOW/TAHERI_MIXTE	5.0E−6
NATUREL/TAHERI_MANSON	5.0E−6
NATUREL/TAHERI_MIXTE	5.0E−6
RCCM/WOHLER	5.0E−6

5 Synthèse des résultats

Les résultats fournis par *Code_Aster* coïncident parfaitement avec les valeurs de référence.

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