SZLZ100 - Fatigue sur un cycle décentré

Résumé :

Ce test a pour but le calcul du dommage à partir d'une histoire de chargement en contraintes, puis d'une histoire de chargement en déformations.

A partir d'une histoire de chargement simple définie par DEFI_FONCTION, on extrait les cycles élémentaires par la méthode de comptage de cycles du RCCM [R7.04.01], puis on calcule le dommage élémentaire associé à chaque cycle, par interpolation sur la courbe de Wöhler du matériau (si histoire de chargement en contraintes et par interpolation sur la courbe de Manson-Coffin du matériau) (si histoire de chargement en déformations).

La courbe de Wöhler est définie par DEFI_FONCTION. L'interpolation est de type logarithmique sur le nombre de cycles à la rupture N et sur la contrainte alternée $Salt$.

La courbe de Manson-Coffin est également définie par DEFI_FONCTION.

Pour finir, on détermine le dommage total subi par la pièce en cumulant tous les dommages élémentaires par la règle linéaire de Miner.

Dans ce test, on vérifie également la prise en compte de la valeur de la contrainte moyenne sur le calcul du dommage élémentaire par la méthode de Wöhler. Un premier calcul est effectué sans correction, un deuxième avec une correction de Gerber et le troisième avec une correction de Goodman.

Sur cet exemple simple, l'extraction des cycles élémentaires et le calcul du dommage peuvent être fait manuellement, en appliquant les algorithmes présentés dans le document de référence [R7.04.01].

Les résultats fournis par l'opérateur POST_FATIGUE sont de ce fait très satisfaisants.

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

1 Problème de référence

1.1 Géométrie

L'analyse consiste à déterminer le dommage subi par une pièce en un point auquel on fournit l'histoire de chargement.

Pour tester le calcul du dommage par la méthode de Wöhler, on considère l'histoire de chargement en contraintes et on extrait les cycles élémentaires par une méthode de comptage de cycles, qui est dans ce test la méthode du RCCM. Puis on calcule le dommage élémentaire dû à chaque cycle élémentaire, par interpolation sur la courbe de Wöhler du matériau.

La courbe de Wöhler est founie sous forme d'une fonction point par point, qui donne la valeur du nombre de cycles à la rupture en fonction de la contrainte alternée $Salt = \frac{\Delta \sigma}{2}$.

L'interpolation est de type logarithmique sur l'abscisse et l'ordonnée et on autorise de prolonger linéairement cette fonction à droite et à gauche.

Trois appels différents à l'opérateur POST_FATIGUE permettent de tenir compte ou non de la contrainte moyenne de chaque cycle élémentaire.

La correction adoptée est celle du diagramme de Haigh, soit suivant la droite de Goodman soit suivant la parabole de Gerber [R7.04.01].

On détermine le dommage total par la règle de cumul linéaire de Miner.

Pour tester le calcul du dommage par la méthode de Manson-Coffin, on considère l'histoire de chargement en déformations et on extrait les cycles élémentaires par une méthode de comptage de cycles, qui est dans ce test la méthode du RCCM. Puis on calcule le dommage élémentaire dû à chaque cycle élémentaire, par interpolation sur la courbe de Manson-Coffin du matériau.

La courbe de Manson-Coffin est fournie sous forme d'une fonction point par point, qui donne la valeur du nombre de cycles à la rupture en fonction de $\frac{\Delta \varepsilon}{2}$.

On détermine le dommage total par la règle de cumul linéaire de Miner.

1.2 Propriétés de matériaux

La courbe de Wöhler du matériau, qui donne la valeur du nombre de cycles à la rupture en fonction de la contrainte alternée est définie point par point par :

$Salt$	138.	152.	165.	180.	200.	250.	295.	305.
N	1000000.	500000.	200000.	100000.	50000.	20000.	12000.	10000.

340.	430.	540.	690.	930.	1210.	1590.	2210.	2900.
5000.	2000.	1000.	500.	200.	100.	50.	20.	10.

Su = limite à la rupture du matériau = 850.

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

Histoire du chargement

t	0.	1.	2.	3.	4.
$\sigma(t)$	50.	600.	50.	–500.	50.

La courbe de Manson-Coffin du matériau, qui donne la valeur du nombre de cycles à la rupture en fonction de $\frac{\Delta\varepsilon}{2}$ est définie point par point par :

$\frac{\Delta\varepsilon}{2}$	138.	152.	165.	180.	200.	250.	295.	305.
N	1000000.	500000.	200000.	100000.	50000.	20000.	12000.	10000.

340.	430.	540.	690.	930.	1210.	1590.	2210.	2900.
5000.	2000.	1000.	500.	200.	100.	50.	20.	10.

Histoire du chargement

t	0.	1.	2.	3.	4.
$\varepsilon(t)$	50.	600.	50.	–500.	50.

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 Résultats de référence

Le comptage des cycles élémentaires par la méthode RCCM conduit à :

Nb_Cycl = 2	Cycle 1	Vale_Min :	-500.	Vale_Max :	600.
	Cycle 2	Vale_Min :	50.	Vale_Max :	50.

- **Premier appel** à POST_FATIGUE :

  calcul du dommage élémentaire par la méthode de Wöhler sans correction de HAIGH :

Cycle 1	Dommage :	1.053257E–3
Cycle 2	Dommage :	0.

  calcul du dommage total par cumul linéaire de Miner :

  Dommage : 1.053257E–3

- **Deuxième appel** à POST_FATIGUE :

  calcul du dommage élémentaire par la méthode de Manson-Coffin :

Cycle 1	Dommage :	1.053257E–3
Cycle 2	Dommage :	0.

  calcul du dommage total par cumul linéaire de Miner :

  Dommage : 1.053257E–3

- **Troisième appel** à POST_FATIGUE :

  calcul du dommage élémentaire par la méthode de Wöhler avec correction de Gerber :

Cycle 1	Dommage :	1.063631E–3
Cycle 2	Dommage :	0.

  calcul du dommage total par cumul linéaire de Miner :

  Dommage : 1.063631E–3

- **Quatrième appel** à POST_FATIGUE :

  calcul du dommage élémentaire par la méthode de Wöhler avec correction de Goodman :

Cycle 1	Dommage :	1.250219E–3
Cycle 2	Dommage :	0.

  calcul du dommage total par cumul linéaire de Miner :

  Dommage : 1.250219E–3

2.3 Incertitude sur la solution

Solution analytique.

2.4 Références bibliographiques

1.Estimation de la fatigue à grands nombres de cycles. Document [R7.04.01].

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

3 Modélisation A

3.1 Grandeurs testées et résultats

Identification		Référence
NB_CYCL		2.
Cycle 1	VALE_MIN	–500.
	VALE_MAX	600.
Cycle 2	VALE_MIN	50.
	VALE_MAX	50.
Premier appel à POST_FATIGUE :		
Calcul du dommage : Wöhler sans correction		
Cycle 1	DOMMAGE	1.053257E–3
Cycle 2	DOMMAGE	0.
DOMM_CUMU		1.053257E–3
Deuxième appel à POST_FATIGUE :		
Calcul du dommage : Manson-Coffin		
Cycle 1	DOMMAGE	1.053257E–3
Cycle 2	DOMMAGE	0.
DOMM_CUMU		1.053257E–3
Troisième appel à POST_FATIGUE :		
Calcul du dommage : Wöhler correction Gerber		
Cycle 1	DOMMAGE	1.063631E–3
Cycle 2	DOMMAGE	0.
DOMM_CUMU		1.063631E–3
Quatrième appel à POST_FATIGUE :		
Calcul du dommage : Wöhler correction Goodman		
Cycle 1	DOMMAGE	1.250219E–3
Cycle 2	DOMMAGE	0.
DOMM_CUMU		1.250219E–3

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

4 Synthèse des résultats

Ce test est très simple et permet de déterminer les valeurs de référence manuellement, en appliquant les algorithmes décrits dans le document de référence [R7.04.01].

De ce fait, les résultats de *Code_Aster* coïncident parfaitement avec les valeurs de référence.

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