

DIALOGUE ESSAIS - SIMULATION ET IDENTIFICATION DE LOIS DE COMPORTEMENT D'ALLIAGE A MEMOIRE DE FORME EN CHARGEMENT MULTIAXIAL

RESUME : Les travaux présentés ont consisté à développer des stratégies d'identification performantes des paramètres des lois de comportement superélastique des Alliages à Mémoire de Forme (AMF). L'objectif est de disposer d'une solution complète de caractérisation, d'identification, et de simulation de structures en AMF soumises à des sollicitations complexes. Une base de données expérimentale unifiée pour un alliage de NiTi superélastique a été établie pour une multitude de trajets de déformation multiaxiaux et à différentes températures : en traction homogène, en compression, en traction-compression et en traction-traction. Une caractérisation expérimentale a été développée sur une plate-forme multiaxiale assemblée au laboratoire durant ce travail. L'emploi de la corrélation d'images a permis d'enrichir la base de données expérimentale en déterminant pour chaque essai les champs cinématiques. Cette collection d'essais a permis de montrer l'importante différence de comportement observée entre les directions de laminage et transverse, bien que le matériau soit faiblement texturé. Des procédures d'identification du comportement thermomécanique des AMF ont été mises en place, basées sur la construction et minimisation d'une fonction objectif régularisée. La première est basée sur l'exploitation des courbes contrainte-déformation moyennes sous chargement homogène et uniaxial. La seconde exploite la richesse des champs de déformations mesurés en essai hétérogène. Les deux stratégies ont permis d'identifier les huit paramètres gouvernant le comportement superélastique du modèle de Chemisky et al. (Chemisky et al. 2011). Des différences entre les jeux de paramètres identifiés sont caractéristiques des effets d'anisotropie observés. Le succès de cette stratégie démontre sa pertinence et est encourageant pour l'identification de paramètres de lois de comportement anisotropes.

Mots clés : AMF – NiTi, Superélasticité, Identification inverse, Essais multiaxiaux, Corrélation d'images.

COUPLED EXPERIMENTAL-NUMERICAL STUDY AND IDENTIFICATION OF MULTIAXIAL SMA CONSTITUTIVE BEHAVIOR

ABSTRACT : In this work, efficient identification strategies were developed to determine the characteristic parameters of the thermomechanical behavior of pseudoelastic Shape Memory Alloys (SMA). The aim is to obtain a complete solution for characterization, identification and numerical simulation of SMA structures undergoing multiaxial loading paths. A unified experimental database has been constructed to characterize the behavior of superelastic NiTi SMAs. This database includes tension, compression, tension-tension and tension-compression multiaxial tests at different temperatures. A characterization methodology has been developed on a multiaxial testing setup, which has been assembled in the laboratory during this Ph.D. project. Vital information about the strain fields for each test is added to the experimental database through the use of Digital Image Correlation. A significant difference in the thermomechanical behavior between the rolling and transverse directions has been observed, even when the specimens are not strongly textured. Two strategies were developed that rely on the minimization of a regularized cost function for identification of thermomechanical constitutive law parameters. The first identification procedure is based on uniaxial homogeneous tests at different temperatures. In the other strategy the information of strain fields of heterogeneous tests are utilized. In each case, the eight material parameters of the constitutive law of Chemisky et al. (Chemisky et al. 2011) have been identified. A difference between the identified parameters in the rolling and transverse direction is noted and corresponds to the effect of anisotropy. Nevertheless, the capabilities of the relevant identification strategies shall allow the determination of the parameters of anisotropic constitutive laws.

Keywords : SMA – NiTi, Superelasticity, Inverse Identification Method, Multiaxial Testing, Digital Image Correlation.