

PREVISION DE LA RUINE DE STRUCTURES A FORT GRADIENT : APPLICATION AUX PLAQUES PERFORÉES

STRENGTH ANALYSIS OF HIGH GRADIENT STRUCTURES: APPLICATION TO PERFORATED PLATES

Laurin F.*, Carrère N.* et Maire J.-F.*

* ONERA, BP 72, 92322 Châtillon cedex, France
e-mail : laurin@onera.fr, carrere@onera.fr, mairé@onera.fr

RESUME

Bien que l'analyse de la tenue de structures composites soit un point clé dans le dimensionnement de structures, il existe un manque de confiance dans les méthodes actuelles de prévision de la ruine, et en particulier pour les structures à fort gradient comme les plaques trouées. Des essais de traction sur des plaques multi-perforées de configurations différentes, sur différents matériaux, ont été effectués à l'ONERA. L'approche multi-échelle de la rupture proposée permet de décrire de façon satisfaisante le comportement et l'endommagement matriciel jusqu'à la ruine finale de l'éprouvette. Toutefois, la rupture des plaques perforées ne se résume pas à la première rupture de plis en mode fibre. Différentes approches de prévision de la tenue de structures, de complexité variable, ont été étudiées. Des critères de rupture à longueur interne, redéfinissant la ruine de structures trouées, ont été testés sur les plaques perforées. De plus, une approche de la rupture permettant de décrire quantitativement la progressivité des ruptures de fibres et leurs effets (dégradation violente), sans pour autant être dépendant de la taille de maille grâce à des outils numériques adéquats (formalisme non local, effet retard), a été développée et comparée aux résultats expérimentaux disponibles.

ABSTRACT

While the ability to predict the strength of composite structures is a major aspect in design of engineering structures, there is still a lack of confidence into existing failure approach for strength analysis of composite structures, especially for high gradient structures (such as perforated plates). Tensile tests were realised at ONERA on multi-perforated plates with different configurations, on different materials. The proposed multiscale failure approach permits to describe accurately the behaviour and the evolution of damage until final failure. Nevertheless, the failure of open hole plates is not equivalent of the first ply failure in fibre mode. Different failure approaches, with different level of complexity, are studied. Failure criteria with internal length, adapting the definition of the failure of perforated plates, are compared on tested multi-perforated plates. Moreover, a failure approach which describes quantitatively the progressive aspect of fibre failure and their effects (high degradation), without becoming mesh dependent by the use of adapted numerical tools (non local approach, delay effect), has been developed and compared with experimental results.

MOTS CLES : Simulation, Rupture, Multi-échelle, plaques trouées
KEYWORDS : Simulation, Failure, Multiscale, open hole plate