

MEDIOS DE COMUNICACIÓN

Développement d'une nouvelle technique expérimentale pour analyser la protection des structures métalliques imprimées en 3D

Des scientifiques de l'Universidad Carlos III de Madrid (UC3M) et de l'Institut IMDEA Materiales ont développé une nouvelle technique expérimentale d'essais de fragmentation pour évaluer la capacité d'absorption d'énergie en cas d'impact des structures métalliques imprimées en 3D. Cette technique, plus souple, plus simple et plus rapide que les autres actuellement utilisées, permet de tester les performances mécaniques de ces matériaux en tant que structures de protection.

Les principales applications de cette recherche sont liées aux secteurs de l'aéronautique, de l'ingénierie aérospatiale, de la sécurité et du génie civil, où il est essentiel de développer de nouveaux matériaux permettant de construire des structures de protection légères, portables et réparables en service, et qui démontrent également leur capacité à absorber l'énergie en cas d'impact. Par exemple, en cas de collision d'un oiseau avec un avion, de chocs accidentels entre véhicules à moteur ou d'explosions susceptibles de se produire lors d'attaques contre des bâtiments gouvernementaux et des infrastructures critiques, telles que les centrales nucléaires, précisent les chercheurs.

« L'idée est de pouvoir fabriquer des structures de protection par impression 3D afin de réduire leur coût, de minimiser les déchets, de personnaliser leur conception et de délocaliser leur fabrication, étant donné que cela pourrait être fait in situ, ce qui serait un grand avantage, en particulier pour les applications aérospatiales et de défense », explique Juan Carlos Nieto Fuentes, chercheur Marie Curie CONEX-Plus (GA 801538) du département de mécanique des milieux continus et de théorie des structures de l'UC3M, qui a récemment publié ce travail dans le Journal of the Mechanics and Physics of Solids.

« L'article présente une nouvelle technique expérimentale mise en œuvre au Laboratoire d'impact de l'UC3M, où nous effectuons des essais de fragmentation à des vitesses d'impact allant jusqu'à 400 mètres par seconde », explique un autre des auteurs, José Antonio Rodríguez Martínez, professeur titulaire du même département de l'UC3M, qui a mené cette recherche dans le cadre de PURPOSE, un projet ERC Starting Grant (GA 758056) de l'Union européenne.

Les chercheurs ont filmé ces essais à l'aide de deux caméras à grande vitesse et ont également effectué une tomographie à rayons X des structures du matériau imprimé, avant et après les essais, en collaboration avec des collègues de l'Institut IMDEA Materiales, qui ont procédé à la caractérisation microstructurale des échantillons. « Plus précisément, nous avons déterminé la distribution de la forme et de la taille des pores résultant du processus d'impression et étudié leur effet sur la formation et la propagation des fissures, et donc sur la capacité d'absorption d'énergie de la structure » explique Federico Sket, de l'IMDEA Materiales, qui a participé à cette étude de l'institut de recherche avec son collègue Jonathan Espinoza.

Des expériences de fragmentation ont été menées au Laboratoire d'impact de l'UC3M à l'aide d'un canon à gaz alimenté par de l'hélium. Concrètement, les chercheurs ont lancé un projectile circulaire à pointe conique pesant environ 150 grammes qui a frappé un tube à paroi mince à des vitesses allant de 200 à 400 mètres par seconde (720 à 1440 km/h). Dans ce cas, le diamètre du projectile est supérieur au diamètre du tube, qui se dilate radialement au fur et à mesure que le projectile avance, jusqu'à ce que de multiples fractures se forment, entraînant la fragmentation de l'échantillon.

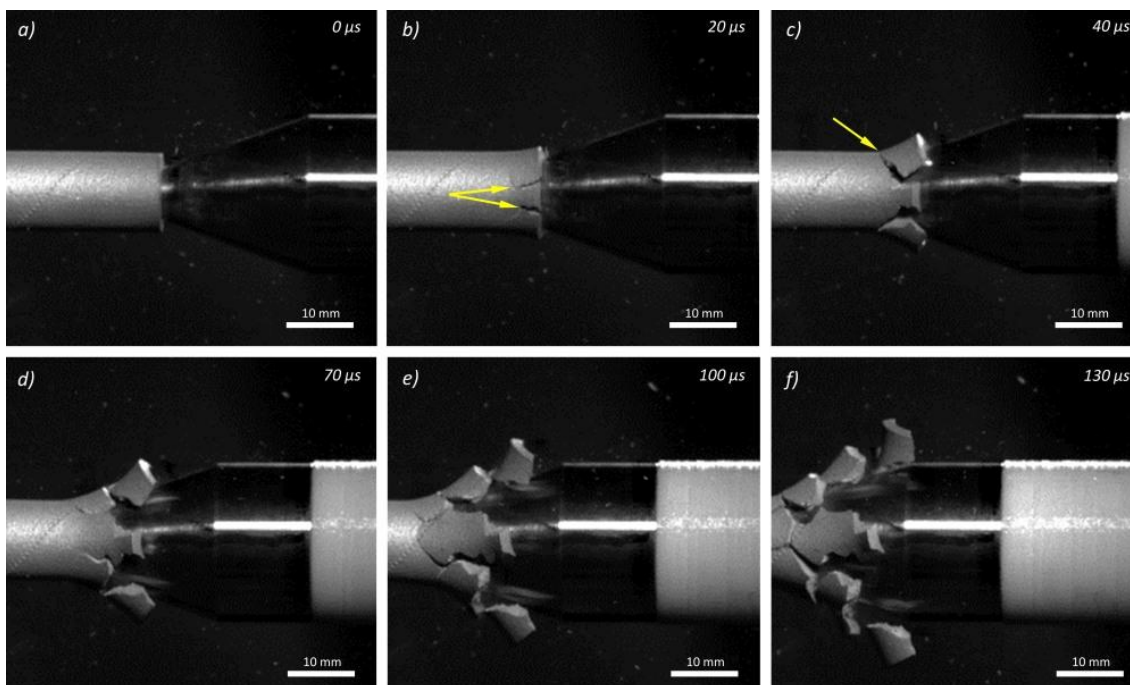
MEDIOS DE COMUNICACIÓN

« Cette technique est plus simple, plus rapide à utiliser, plus souple et moins coûteuse que les systèmes utilisant des explosifs ou des systèmes électromagnétiques. Notre dispositif nous permet également de réaliser plus d'expériences en moins de temps et donc d'obtenir un nombre d'essais qui fournissent des résultats statistiquement significatifs », expliquent Sergio Puerta et David Pedroche, techniciens de laboratoire du département de mécanique des milieux continus et de théorie des structures de l'UC3M, qui ont participé aux expériences.

Les chercheurs indiquent qu'il s'agit d'une méthodologie pionnière et espèrent jeter les bases d'un protocole permettant de déterminer systématiquement si une structure imprimée est capable d'absorber de l'énergie lors d'un impact, sur la base de la caractérisation de sa microstructure poreuse et de sa corrélation avec les mécanismes de fragmentation. « Cette technique nous permettra de savoir si l'impression 3D de métal est une technique viable pour la construction de structures de protection », explique José Antonio Rodríguez Martínez. « Aux États-Unis, il existe déjà des programmes spécifiques gérés par le ministère de la Défense et le ministère de l'Énergie pour financer cette ligne de recherche. Nous espérons donc que l'Union européenne et le gouvernement espagnol développeront également une vision à long terme qui nous permettra de traduire la recherche fondamentale que nous effectuons en pratique d'ingénierie », conclut-il.

Références bibliographiques: J.C. Nieto-Fuentes, J. Espinoza, F. Sket, J.A. Rodríguez-Martínez (2023). High-velocity impact fragmentation of additively-manufactured metallic tubes. *Journal of the Mechanics and Physics of Solids*, Volume 174, 105248, ISSN 0022-5096, <https://doi.org/10.1016/j.jmps.2023.105248>

Vidéo: https://youtu.be/zjg_4phWLiA



Légende de l'image: Séquence d'images extraites d'un enregistrement par caméra à grande vitesse de l'impact du projectile contre le tube pendant les expériences. Crédit: UC3M.