



ID contributo: 157

Tipo: **Presentazione orale**

Approccio multiscala per la meccanica della frattura nelle strutture lattice: simulazione numerica e validazione sperimentale

giovedì 4 settembre 2025 10:30 (15 minuti)

Obiettivo:

Lo studio si propone di indagare il comportamento di frattura in strutture lattice basate su Triply Periodic Minimal Surfaces (TPMS) impiegando un approccio multiscala innovativo. L'obiettivo principale di questo lavoro è l'identificazione di un modello in grado di descrivere il meccanismo di nucleazione e propagazione del danno in una regione lattice, impiegando una geometria da provino standard Compact Tension (CT). Questo provino è stato progettato per presentare un trasferimento di carico controllato: dalle interfacce dei perni in materiale pieno ad un'area centrale in lattice passante per il piano ideale di frattura. L'approccio metodologico si ispira a procedure consolidate, ma introduce una nuova prospettiva per la comprensione dell'interazione micro-meso scala, che regola la frattura nei materiali cellulari.

Metodi:

La ricerca si è articolata in due fasi complementari. In un primo stadio, il provino è stato simulato sotto carico a livello macroscopico, modellando ogni regione di lattice come un materiale omogeneizzato equivalente, andando così a definire lo stato di coazione globale del provino. Questi dati sono stati utilizzati come condizioni al contorno per il sottomodello locale con strutture fedelmente riprodotte, sfruttando una distribuzione innovativa di celle soggette a Periodic Boundary Conditions (PBCs). Questo doppio approccio ha permesso di analizzare efficientemente la risposta meccanica del provino durante una simulazione di Fatigue Crack Growth Rate (FCGR) in ambiente eXtended Finite Element Method (XFEM), con notevoli risparmi in termini computazionali e di complessità simulativa.

Risultati:

Le analisi numeriche hanno evidenziato una dinamica della frattura che si discosta dalla teoria classica della Frattura Lineare Elastica (LEFM). È stata osservata una distribuzione asimmetrica delle tensioni, con zone a maggior concentrazione di tensione che favoriscono la nucleazione e la propagazione del danno. Questi risultati hanno portato allo sviluppo di un modello predittivo modificato, in grado di descrivere in maniera più accurata la complessa dinamica della frattura, in stretta correlazione con l'evoluzione delle condizioni locali del materiale. I dati sperimentali supportano la validità dell'approccio multiscala, evidenziando la ripetibilità e la robustezza dei risultati ottenuti.

Conclusioni:

L'integrazione di simulazioni macroscopiche e locali ha dimostrato di essere un metodo efficace per decifrare i complessi meccanismi di frattura nelle strutture lattice TPMS. Il modello predittivo sviluppato offre nuove prospettive per l'impiego dei materiali cellulari ottenibili tramite Additive Manufacturing (AM) e sulla loro durabilità.

Autori principali: SENEGAGLIA, Ivan (Dipartimento di Ingegneria Civile e Industriale - Università di Pisa); GROSSI, Tommaso (Department of Civil and Industrial Engineering, University of Pisa)

Relatore: SENEGAGLIA, Ivan (Dipartimento di Ingegneria Civile e Industriale - Università di Pisa)

Classifica Sessioni: Additive Manufacturing

Classificazione della track: Additive Manufacturing