



ID contributo: 197

Tipo: **Presentazione orale**

Metodologia numerico-sperimentale per l'identificazione di modelli di plasticità anisotropa

giovedì 4 settembre 2025 12:45 (15 minuti)

Le prove di trazione uniassiale sono comunemente utilizzate per caratterizzare il comportamento elasto-plastico dei materiali. In particolare, nei test eseguiti su metalli duttili, si verifica frequentemente l'insorgere della strizione e, a causa di questa condizione di instabilità, la deformazione si concentra in una porzione limitata del provino. Da questo momento in poi, vengono meno le ipotesi di deformazione uniforme e tensione monoassiale e uniforme, che sono alla base delle formule tradizionalmente utilizzate per elaborare le prove ed ottenere la curva tensione-deformazione del materiale. Nel corso degli ultimi decenni, sono state proposte diverse strategie per sfruttare la fase di test successiva all'instabilità al fine di identificare la legge di incrudimento fino a grandi deformazioni. Alcuni metodi si basano su formule correttive, altri sul principio dei lavori virtuali, altri ancora su metodi inversi numerico-sperimentali che iterano sulla legge di incrudimento data come input di una simulazione agli elementi finiti finché il risultato numerico non è sufficientemente simile a quello sperimentale. Un'ulteriore complessità nell'elaborazione delle prove viene introdotta se il materiale presenta un comportamento anisotropo, per cui provini inizialmente cilindrici si deformano in maniera non assialsimmetrica. Inoltre, l'effetto dell'anisotropia diventa ancora più marcato dopo l'insorgere dell'instabilità, man mano che la deformazione localizza.

L'obiettivo di questo lavoro è sviluppare una metodologia in grado di estrarre informazioni utili riguardo il comportamento plastico del materiale da una prova di trazione monoassiale su provini inizialmente cilindrici in cui la deformazione si sviluppa in maniera anisotropa. Infatti, nonostante in letteratura siano già state proposte delle strategie, ci sono ancora aspetti che è utile indagare, in particolare quali dati sia sufficiente e necessario acquisire durante le prove e quali informazioni sul comportamento del materiale è ragionevole pensare di ottenere da una singola prova.

Visto il livello di complessità del fenomeno, lo studio è stato condotto mediante un codice agli elementi finiti (in particolare mediante Ansys LS-DYNA). Si sono eseguite delle simulazioni di prove di trazione su provini cilindrici di materiale anisotropo, in modo che, essendo noto il comportamento del materiale, fosse possibile valutare l'adeguatezza di diverse strategie di caratterizzazione. Nello specifico, si sono analizzate metodologie inverse numerico-sperimentali in cui il comportamento plastico anisotropo del materiale viene identificato mediante un'ottimizzazione. I parametri del modello di materiale sono iterativamente modificati finché i risultati numerici non prevedono adeguatamente quelli sperimentali. Le variabili scelte per definire la funzione di costo dell'ottimizzazione sono, in genere, variabili macroscopiche misurabili durante le prove sperimentali e in questo lavoro, si sono analizzate quali diverse variabili possano essere utilizzate così da fornire indicazioni circa i dati da acquisire durante i test.

I risultati di questo studio hanno mostrato che, in presenza di anisotropia, avere come target di metodi inversi la curva forza-corsa non è sufficiente per identificare adeguatamente modelli di plasticità anisotropa, ma occorrono informazioni aggiuntive su come il provino si sia deformato durante la prova. Lo studio eseguito è stato, quindi, propedeutico a capire quali dati acquisire durante prove di trazione monoassiale su provini cilindrici al fine di realizzare un setup sperimentale adeguato a determinare il comportamento plastico dei materiali anche nel caso in cui essi si dimostrino anisotropi.

Una volta valutate le diverse procedure adottabili, una serie di prove di trazione sono state effettuate su provini in Titanio 6Al4V dal comportamento marcatamente anisotropo in fase di strizione. Sono state impiegate misure ottiche del profilo del provino a differenti livelli di deformazione e per differenti angolazioni e misure tridimensionali di forma tramite test in-situ all'interno di una CT-Scan.

I risultati provenienti dalle diverse tecniche di misura sono stati impiegati in strategie di identificazione definite sulla base delle analisi numeriche preliminari: i parametri ottenuti per un modello di plasticità anisotropa sono stati comparati per valutare l'efficacia dei differenti approcci.

Autori principali: BELTRAMO, Marta (Politecnico di Torino); SCAPIN, Martina (Politecnico di Torino); PERONI, Lorenzo (Politecnico di Torino)

Relatore: BELTRAMO, Marta (Politecnico di Torino)

Classifica Sessioni: Meccanica dei Materiali

Classificazione della track: Meccanica dei Materiali