

Implementazione di un eseguibile LabVIEW per l'analisi dei dati, relativi a prove di compressione su PMC (Polymer Matrix Composite), eseguita secondo standard internazionali

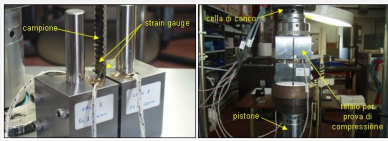


Figura 1: Assemblaggio del sistema di prova

"LabVIEW ha permesso di ottimizzare i tempi di analisi dei dati da parte dell'operatore, riducendo gli eventuali errori nell'analisi"

- G. Raiteri, [Enea](#)

La sfida:

Implementare un metodo di calcolo rapido ed affidabile dei principali parametri meccanici di PMC, determinati mediante prove di compressione, che permetta una gestione efficace di notevoli quantità di dati.

La soluzione:

Grazie a NI LabVIEW è stato realizzato un applicativo in grado di consentire all'operatore di calcolare rapidamente i parametri meccanici (moduli di Young e di Poisson, etc...) oggetto della misurazione: l'elaborazione è resa immediata grazie all'azione diretta sui diagrammi stress-strain relativi al campione sottoposto a prova.

Autore (i):

G. Raiteri - [Enea](#)

M. Scafè - [Enea](#)

Riassunto

Gli standard internazionali relativi alla caratterizzazione meccanica di compositi a matrice polimerica rinforzati con fibre lunghe (PMC) richiedono la misurazione di un notevole numero di parametri, determinati a partire dalla forza agente sul campione e dalla deformazione conseguente. In particolare, il presente lavoro descrive un programma elaborato per l'analisi dei dati ottenuti da prove di compressione di PMC svolte utilizzando un apposito sistema di prova (Combined Loading Compression Test Fixture). Tale programma risulta particolarmente utile nel caso di campagne di prova che prevedano un elevato numero di test.

Articolo

Introduzione

Nell'ambito del settore Automotive è richiesto lo svolgimento di vaste campagne di prova volte alla caratterizzazione meccanica di PMC impiegati nella realizzazione di componenti strutturali. In particolare, per le prove di compressione, uno degli standard internazionali di riferimento più utilizzati è costituito dalla norma ASTM D 6641/D 6641M-01: Standard Test Method for Determining the Compressive Properties of Polymer Matrix Composite Laminates Using a Combined Loading Compression (CLC) Test Fixture. Tale norma stabilisce la procedura di prova per determinare la resistenza a compressione e le proprietà di rigidità del materiale. In tal senso, presso l'Unità Tecnica Tecnologie dei Materiali di Faenza (Enea-UTTMATF), si eseguono abitualmente test meccanici utilizzando macchine di prova universali, di tipo elettro-idraulico, con limiti di forza certificati compresi tra 100 N e 500 kN.

Test di compressione su PMC: preparazione del campione e del sistema di prova

Per le prove in questione, il campione tipo (parallelepipedo 3x12x140 mm) viene strumentato con due strain-gauge montati in zona centrale sulle due facce opposte; i due strain-gauge, rispettivamente monodirezionale e bidirezionale (rosetta a T), permettono due misurazioni della deformazione longitudinale (parallela alla direzione di applicazione del carico) ed una della deformazione trasversale (ortogonale alla direzione di applicazione del carico).

Il campione, montato entro l'apposito sistema di prova, viene quindi sottoposto a carico di compressione fino a rottura, acquisendo ad un sampling rate pari a 10 dati/s i valori di forza e deformazione derivanti rispettivamente dalla cella di carico e dagli strain-gauge. In Figura 1, immagine a sinistra, è riportato montaggio del campione sulla metà inferiore del telaio di prova e saldatura dei terminali degli strain-gauge sulle basette per il collegamento alla centralina estensimetrica. Nell'immagine a destra, invece, è riportato il sistema di prova assemblato, con telaio interposto tra i piattelli di carico della macchina. I dati bruti, acquisiti mediante il sistema di controllo della macchina di prova e salvati su file, sono quindi immediatamente elaborati dall'operatore, tramite l'eseguibile appositamente sviluppato in ambiente LabVIEW.

Utilizzo dell'applicativo (sviluppato in ambiente LabVIEW)

La serie di operazioni svolte dall'applicativo si articola nei seguenti passaggi (Figg. 2 e 3, riferite alle schermate del programma utilizzato per l'analisi dati su un generico campione):

1. inserimento dati caratteristici della prova (geometria del campione, temperatura ambiente, parametri macchina);
2. visualizzazione sul piano stress-strain delle tre rispettive curve derivanti dalla misura di forza e dai valori di deformazione rilevati dai rispettivi tre strain-gauge: il diagramma resta attivo in modo da permettere all'operatore l'eventuale esclusione di dati anomali derivanti, ad esempio, dalla saturazione del segnale dello strain-gauge e/o dal distacco di quest'ultimo dal campione. A questo punto sono calcolati i valori di resistenza ultima a compressione e di strain ultimo a compressione (sia trasversale sia longitudinale, quest'ultimo calcolato come valor medio degli strain ultimi rilevati dai due strain-gauge longitudinali);
3. calcolo dei Moduli di Young (E_1 , E_2) associati alle curve stress-strain rilevate dai due strain-gauge longitudinali e loro differenza percentuale (riferita al valore associato allo strain-gauge del tipo rosetta a T); calcolo del Modulo di Taglio (G) ottenuto dallo strain misurato dallo strain-gauge trasversale. Gli intervalli di strain presi in considerazione sono inizialmente quelli previsti dalla norma di riferimento (e, cioè, a partire da 1000 $\mu\epsilon$ fino a 3000 $\mu\epsilon$); l'operatore, essendo sempre attivo il grafico, ha la possibilità di variare questo intervallo in modo da individuare il primo tratto lineare delle curve su cui effettuare il calcolo dei Moduli E_1 , E_2 e G (ricavati attraverso il metodo della corda). Dai valori associati alle misure della rosetta a T (E_1 e G), si perviene alla misura del Modulo di Poisson (calcolato come $\nu = -E_1/G$);
4. visualizzazione del diagramma percent bending-strain medio longitudinale. Il percent bending è un parametro che, a partire dalla differenza tra i valori di deformazione misurati dai due strain-gauge longitudinali, permette di valutare la qualità della prova evidenziando eventuali fenomeni di buckling. Anche questo diagramma resta attivo così da permettere all'operatore di evidenziare e quindi escludere eventuali anomalie grafiche;
5. calcolo automatico del percent bending in corrispondenza sia della rottura sia dello strain a 2000 $\mu\epsilon$. Affinchè il risultato del test sia considerato valido, i valori di percent bending devono essere inferiori al 10%;
6. salvataggio opzionale dei dati in formato tabellare su Excel (vedi Tab. 1, con sintesi dei parametri determinati) e grafico (immagini dei diagrammi).

Conclusioni

L'eseguibile sviluppato permette un notevole risparmio sia dei tempi dedicati all'elaborazione dati sia delle dimensioni dei file in cui sono archiviati i risultati. Inoltre il metodo di calcolo, che fornisce all'operatore un'interfaccia grafica interattiva, determina un alleggerimento nella gestione dei dati con conseguente riduzione di eventuali errori.

Il prodotto messo a punto risulta quindi affidabile ed efficace nella gestione di notevoli quantità di dati, caso tipico delle campagne di caratterizzazione in cui i Laboratori ENEA di UTTMATF sono coinvolti, nell'ottica di fornire servizi tecnologici all'Industria nel settore Automotive.

Informazioni sull'autore:

G. Raiteri

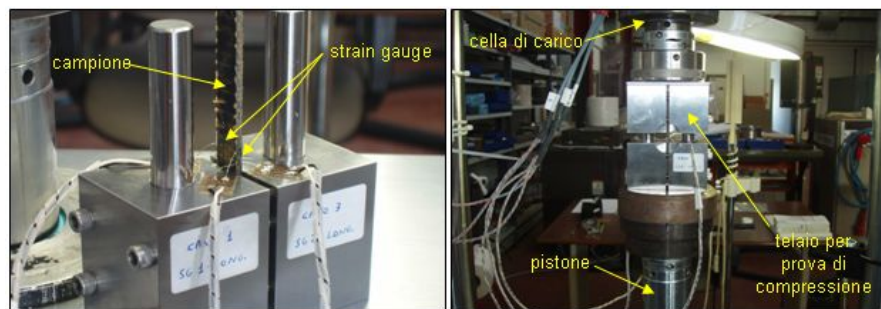


Figura 1: Assemblaggio del sistema di prova

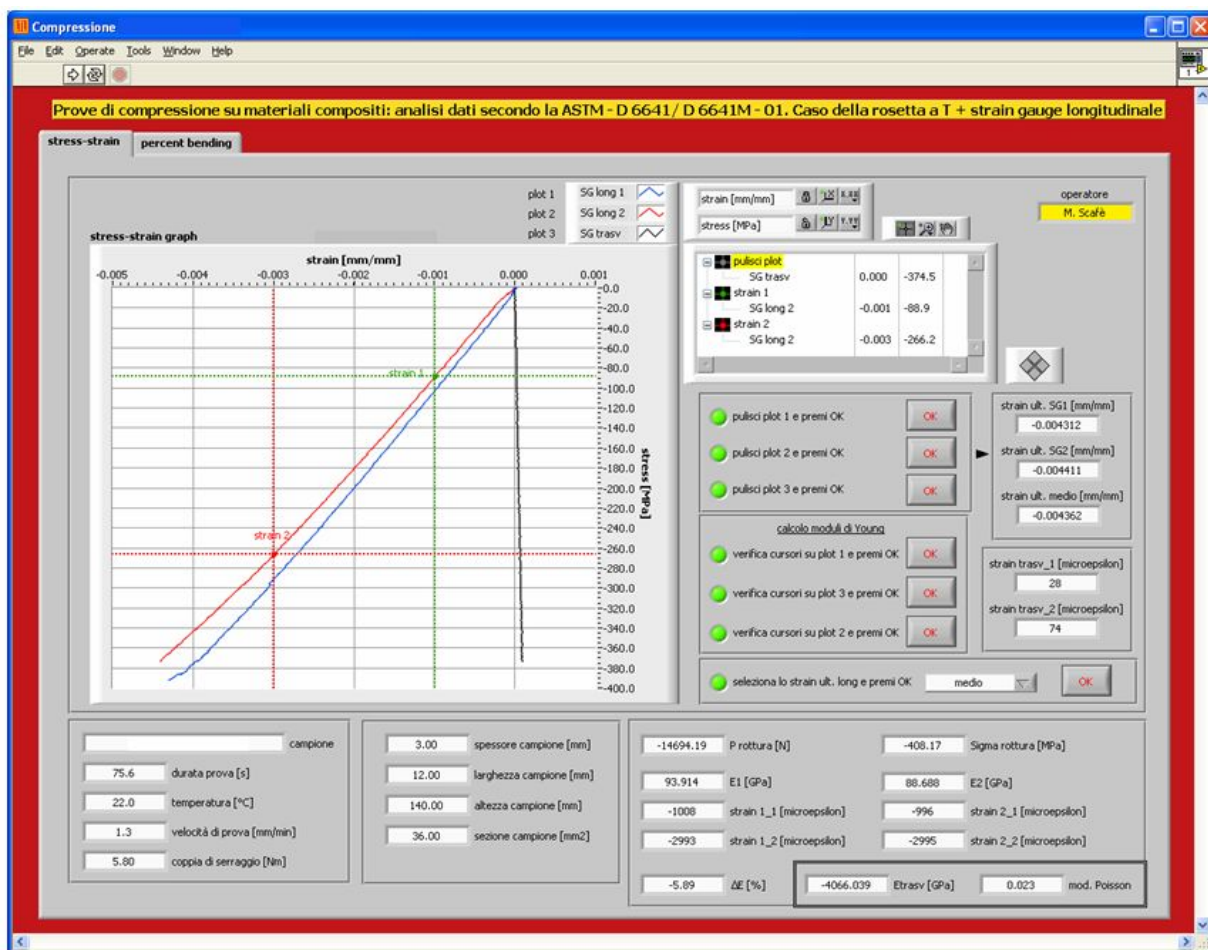
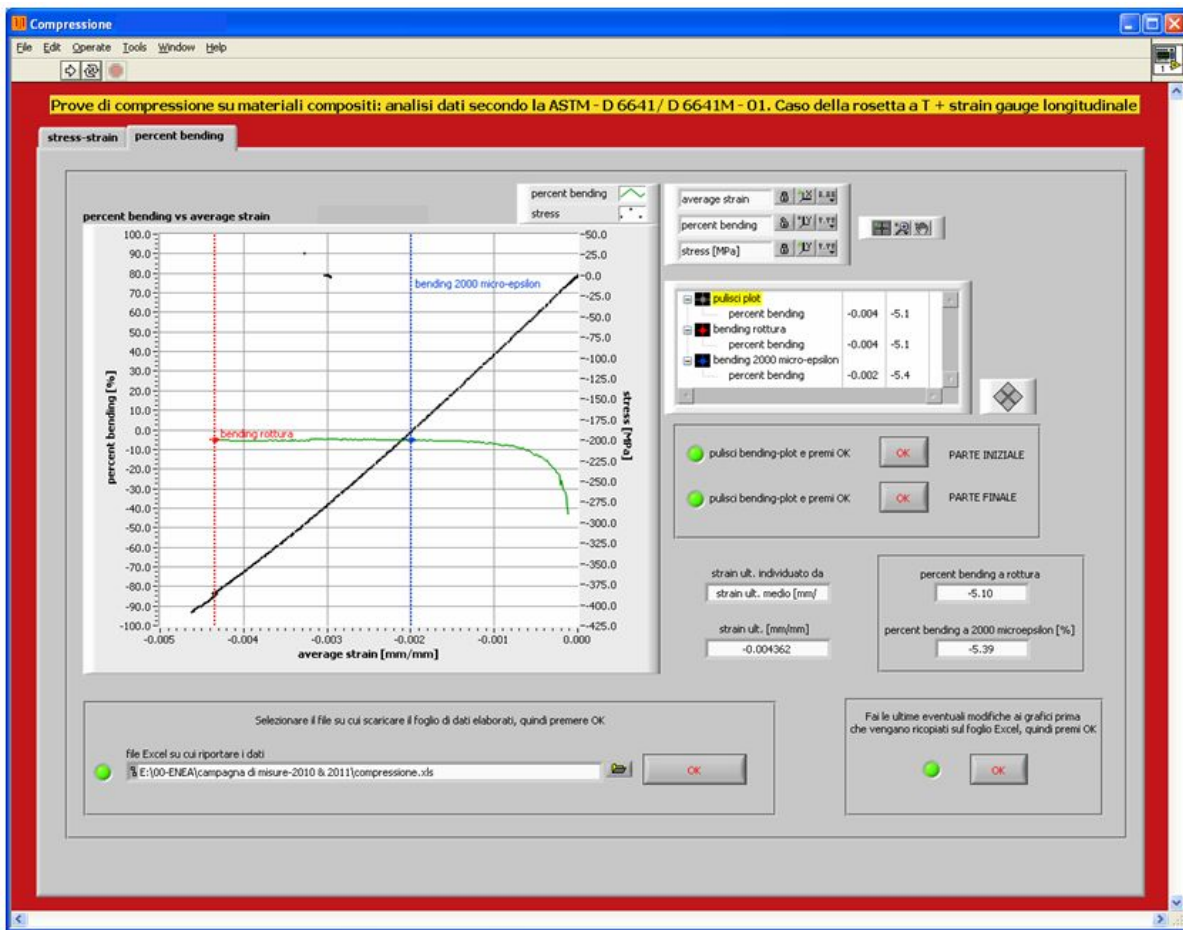


Figura 2: Prima schermata dell'eseguibile - diagramma stress-strain e determinazione parametri meccanici



• Figura 3: Seconda schermata dell'eseguibile: diagramma percent bending-average strain e determinazione del percent bending

Informazioni Legali

Questo case study (questo "case study") è stato fornito da un cliente di National Instruments ("NI"). QUESTO CASE STUDY È FORNITO SENZA NESSUN TIPO DI GARANZIA ED È SOGGETTO AD ALCUNE LIMITAZIONI PIÙ SPECIFICAMENTE DESCRITTE NEI TERMINI D'USO DI NI.COM