



Strada della Cebrosa 86, 10156 Torino (TO) - Italia

Telefono: +39 011 2730000

Web www.amse.it E-mail info@amse.it

Materials Testing ed analisi Correlata di Immagini Digitali (DIC Analysis)

3 Point Bending Test su Polipropilene (PP)

Recentemente la progettazione assistita tramite computer è sempre più utilizzata sia in campo industriale che scientifico. Questa tendenza ha consentito una riduzione significativa del numero di prototipi e dei costi per lo sviluppo dei prodotti ricorrendo sempre più spesso a programmi che consentono di simulare la progettazione del prodotto. Contemporaneamente è aumentata anche la necessità di condurre analisi relative alla distribuzione di deformazione sui campioni dei materiali di prova, dove le aree soggette a deformazione vengono valutate attraverso test meccanici per determinare la correlazione tra risultati della simulazione e dei test.

L'analisi correlata di immagini digitali (DIC Analysis) compara gli schemi casuali sulla superficie del campione di prova prima e dopo la deformazione per determinare il grado di deformazione stesso. Una caratteristica importante di questo metodo è la possibilità di misurare gli spostamenti ed analizzare la distribuzione di deformazione attraverso le immagini digitali, senza l'utilizzo di sensori che richiedono contatto con il campione e di sistemi ottici complessi. Questo il motivo per cui l'analisi DIC è utilizzata per molte applicazioni dove la deformazione è difficile da misurare con le tecnologie tradizionali.

Questo application data sheet descrive **l'utilizzo dell'analisi DIC per prove di 3 point bending su plastica e per prove di trazione open-hole su fibra di carbonio rinforzata (CFRP)**. Il sistema utilizzato per i test è costituito da una macchina Shimadzu serie AG-Xplus, video estensimetro TrViewX custom e software LaVision DaVis 8 per l'analisi DIC. Tale sistema consente di acquisire simultaneamente i risultati ottenuti dall'estensimetro con l'accuratezza necessaria e le immagini digitali per l'analisi DIC, così come correlare i risultati dell'analisi DIC con i dati di forza.

La prova di 3 point bending viene utilizzata in maniera diffusa in tutto il mondo per definire la proprietà di flessione del materiale. Fig.1 mostra la foto del sistema di prova utilizzato. Il supporto superiore applica un carico sul provino opportunamente appoggiato sui due supporti inferiori.

Il **test di 3 point bending per plastica** (ISO 178 e JIS K 7171) specifica che la distanza fra i supporti L deve essere circa 16 volte maggiore rispetto allo spessore del provino ($L/h=16$) dove questo rapporto è un fattore importante per misurare sforzo ed elasticità correttamente. La flessione del campione genera sollecitazioni di compressione al materiale nella parte superiore del piano centrale e sollecitazione di trazione nella parte inferiore del piano centrale.

Queste sollecitazioni contribuiscono in ugual misura alla flessione del campione. La sollecitazione massima viene esercitata dove il punzone superiore applica il carico. Dato un provino piatto lo stress è definito come $\sigma = \frac{3FL}{2bh^2}$.

Quando il provino flette, al tempo stesso si registra anche uno sforzo di taglio (shear stress) che può essere definito come $\tau = \frac{3F}{4bh}$.

Sulla base delle due equazioni di cui sopra, la relazione tra spessore del campione e distanza tra i supporti è descritta come $L/h = \frac{6\sigma}{2\tau}$. Quindi, dato un provino di dimensioni note e distanza fra supporti sufficientemente elevata (rispetto allo spessore del provino), la definizione di L/h indica che il contributo dello sforzo di taglio è piccolo.

Per limitare l'effetto dello sforzo di taglio durante la prova di flessione a 3 punti, il valore ottimale di L/h deve essere definito con riferimento al campione testato.

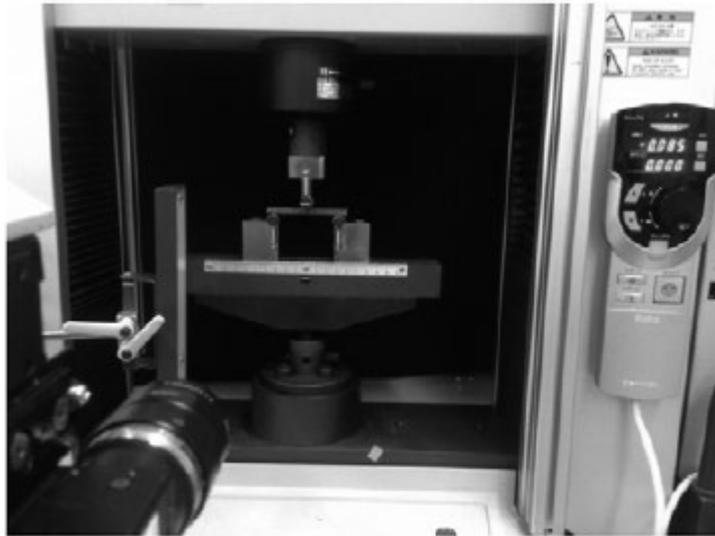


Fig. 1 3-Point Bending Testing System Using Non-Contact Video Extensometer

In questo caso sono state effettuate prove di flessione a 3 punti su un provino di PP utilizzando diverse distanze fra i supporti e successivamente si è analizzato quanto lo sforzo di taglio dipende dalla distanza fra i supporti tramite analisi DIC.

Le condizioni di prova sono riportate in Fig.1.

I test sono stati effettuati impostando 3 diverse distanze fra i supporti: - $L=64\text{mm}$ per $L/H=16$ (JIS K7171 e ISO 178); - $L=48\text{mm}$ per $L/h=12$; $L=32\text{mm}$ per $L/h=8$

Fig. 2 e 3 mostrano la massima distribuzione delle sollecitazioni di taglio nei pressi del limite elastico e del carico massimo. I colori più caldi indicano livelli di deformazione più elevata della massima distribuzione delle sollecitazioni di taglio. Questo mostra che per $L/h=16$ la deformazione è bassa anche in corrispondenza del carico massimo e distribuita uniformemente.

Le distanze inferiori fra i supporti ($L/h=12$ e 8) generano invece un elevato stress di taglio localizzato in corrispondenza del carico massimo applicato dal punzone superiore sulla superficie del provino. Mentre lo stress da taglio localizzato si è rilevato intorno al limite elastico per $L/h=8$, non si è osservato lo stesso per $L/h=12$.

Questo dimostra chiaramente come modalità di deformazioni differenti possono essere rilevate a seconda delle distanze fra i supporti utilizzati per lo svolgimento del test e come l'analisi DIC rappresenti una metodologia idonea per verificarlo effettivamente.

Il test dimostra anche come il rapporto $L/h=16$ sia il valore raccomandato per effettuare il **test di 3 point bending** appropriatamente.

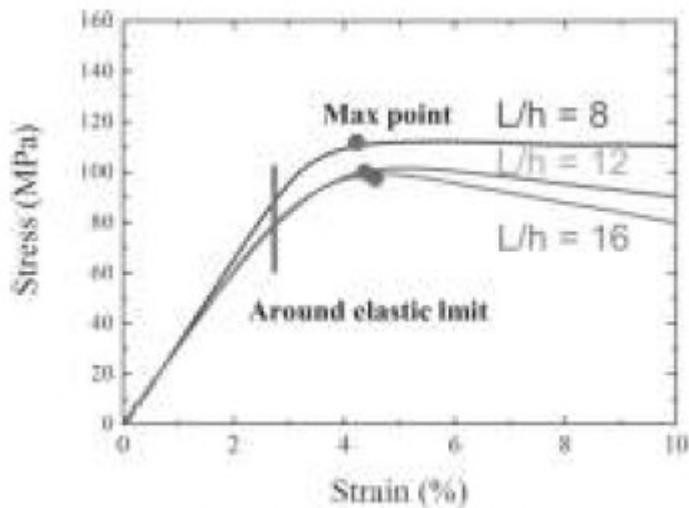


Fig. 2 Stress-Strain Curve

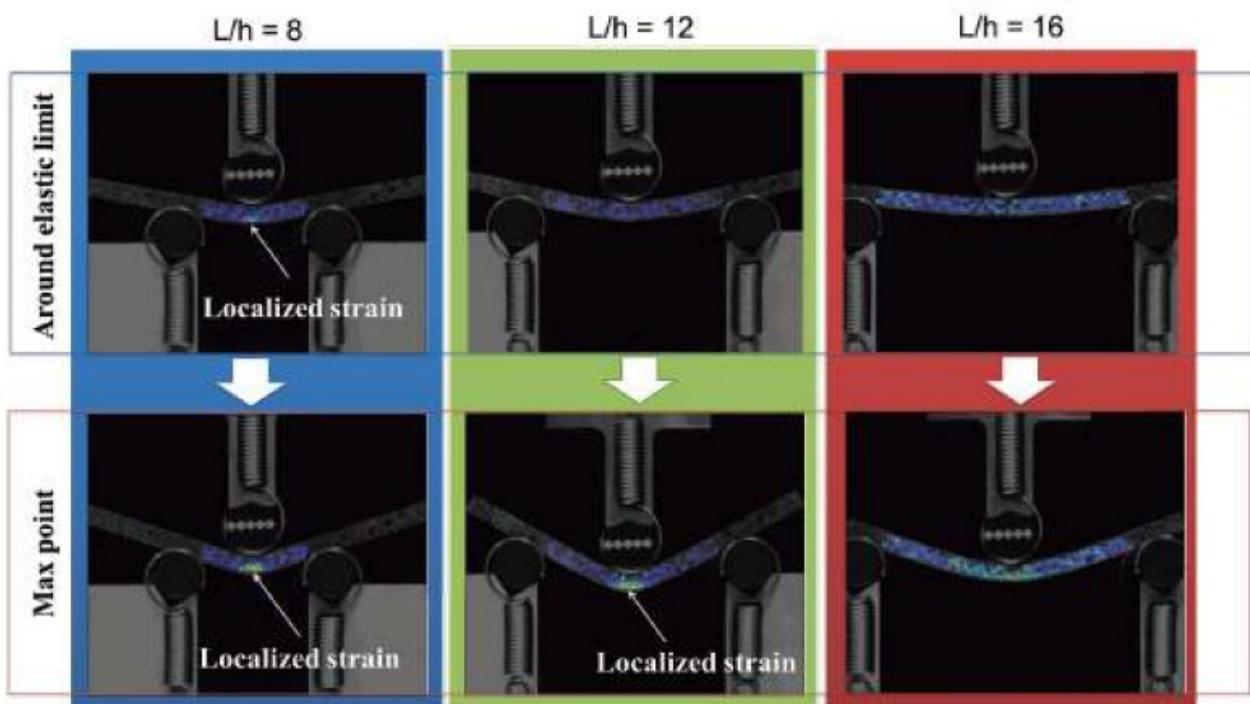


Fig. 3 Distribution of Maximum Shear Strain Around Elastic Limit and Maximum Load

Table 1 Test Conditions for 3-Point Bending Test of Plastic Material

1) Testing equipment	AG-Xplus precision universal tester
2) Load cell capacity	1 kN
3) Jig	Three-point bending test jig for plastic
4) Distance between supports	Three configurations: 32, 48, and 64 mm
5) Test speed	0.001 /s
6) Deflection measuring device	TRViewX120S non-contact video extensometer (customized)
7) Testing software	TRAPEZIUM X (Single)
8) DIC analysis software	DaVis8 (LaVision GMBH)
9) Specimen size	4 mm thick × 10 mm wide × 80 mm long