



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

Telefono: +39 011 2730000

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

Prove di flessione su plastica secondo ISO 178

Viste le proprietà termiche ed il peso leggero, le plastiche sono sempre più frequentemente utilizzate per le applicazioni ed i settori più svariati. I test eseguiti per la caratterizzazione di questi materiali sono solitamente quelli di trazione, flessione e compressione.

In particolare, la prova di flessione consente di esaminare il materiale quando viene sottoposto ad una sollecitazione esterna: il componente soggetto alla forza esterna fletterà in risposta ad un "bending moment" (momento flettente).

La versione precedente dello standard descrive la prova di flessione a 3 punti senza prevedere l'utilizzo di un dispositivo dedicato per la misura della deflessione. Questo comportava una misura talvolta poco accurata del modulo elastico a flessione dovuta al rilevamento al tempo stesso della deflessione dello strumento e della depressione del penetratore.

La versione aggiornata (ISO 178:2010, Amd.1:2013 e JIS 7171:2016) è stata rivista e prevede l'utilizzo di un dispositivo per la misura della deflessione conforme alla ISO 9513 Classe 1 con accuratezza assoluta entro 1% oppure la correzione secondo la conformità per eliminare la deflessione della macchina di prova.

Il test di 3 point bending viene effettuato su provini di PC, PVC e GFRP secondo quanto previsto dalla versione più recente della normativa ISO 178.

Prove di flessione su plastica: sistema di misurazione

Il test viene effettuato utilizzando una macchina di prova universale da banco Shimadzu serie AGS-X e dispositivo per la misurazione della deflessione con accuratezza non superiore a 3,4 μm .

I requisiti della versione aggiornata della normativa sono riportati in Fig.1.

Il valore rilevante per il calcolo del modulo a flessione è 341 μm ed è richiesto che il dispositivo di misura garantisca un'accuratezza del 1% di questo valore ovvero 3,4 μm (Fig. 1 mostra il modulo elastico a flessione calcolato sulla base della pendenza fra 2 punti anche se può essere calcolato anche sulla base della regressione lineare della curva).

La tabella 1,2 e 3 mostrano i dettagli relativi allo strumento, al provino e alle condizioni di prova. La Fig.2 mostra l'attrezzatura utilizzata per la prova.

La nuova versione della normativa descrive due metodi di prova: -metodo A con velocità di prova costante; -metodo B con velocità di prova che aumenta dopo la misura del modulo elastico a flessione.

Il metodo A viene utilizzato per materiali come GFRP che fa registrare una lieve deformazione massima mentre il metodo B viene usato per PC e PVC che hanno una deformazione massima maggiore ed il cambio di velocità viene impostato al raggiungimento dello 0,3% della deformazione.

Inoltre, poiché la forza necessaria per far flettere il provino aumenta quando la distanza fra i supporti si riduce, la normativa consiglia che la distanza fra gli stessi corrisponda a 16 ± 1 volte lo spessore del provino.

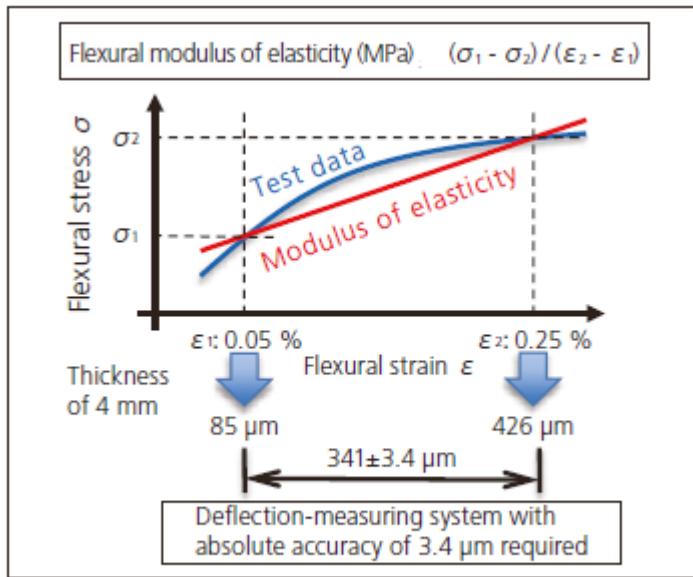


Fig. 1 New Standard Requirements

Table 1 Equipment Details

Testing Machine	: AGS-X
Load cell	: 1 kN
Deflection-measuring system	: Deflection measuring device
Bending jigs	: Loading edge R5, supports R5

Table 2 Specimen Information

Dimensions	: 80 mm \times 10 mm \times 4 mm
Type	: PC, PVC, GFRP (short fiber)

Table 3 Test Conditions

Test speed	: 2 mm/min
Test speed after measurement of flexural modulus of elasticity	: 100 mm/min (method B)
Span between specimen supports	: 64 mm

Test speed	: 2 mm/min
Test speed after measurement of flexural modulus of elasticity	: 100 mm/min (method B)
Span between specimen supports	: 64 mm

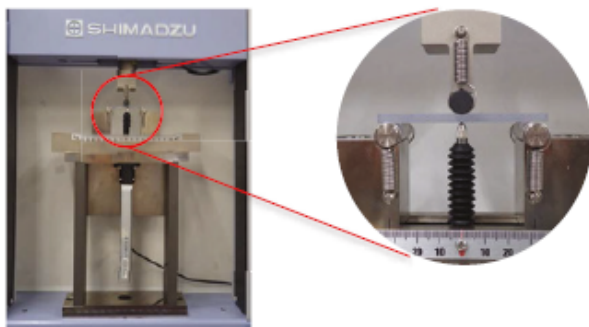


Fig. 2 Attachment of deflection-measuring system to Testing Machine

Prove di flessione su plastica: risultati del test

La Fig.3 mostra la curva stress/deformazione (%).

La deformazione a flessione è calcolata sulla base dei risultati rilevanti tramite dispositivo dedicato.

La curva mostra un decremento improvviso per GFRP mentre molto più graduale per PC e PVC, non essendo la rottura così immediata.

La tabella 4 mostra i risultati ottenuti per una forza di flessione e modulo elastico a flessione con riferimento ad ogni materiale.

La tabella 5 mostra invece la differenza del modulo a flessione quando è calcolato usando il deflettometro oppure tramite correzione di conformità.

I risultati mostrano una differenza intorno al 1-2% per plastiche con PC e PVC con un modulo a flessione di 2-3 Gpa ed una differenza intorno al 3% per materiali come GFRP con alto modulo di flessione.

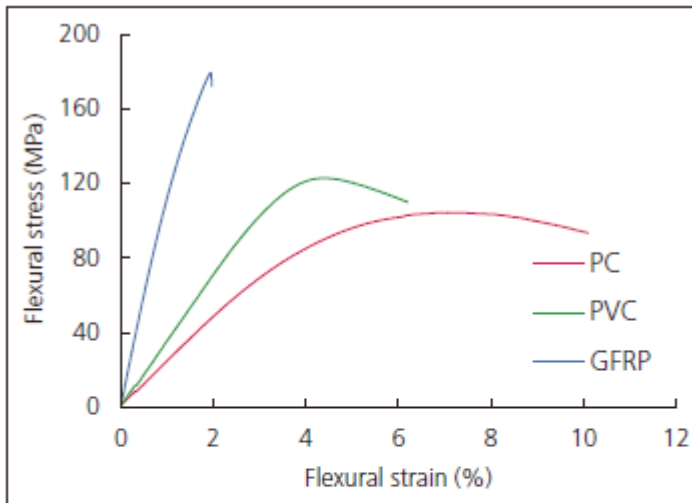


Fig. 3 Test Results

Table 4 Test Results

	Flexural strength [MPa]	Flexural modulus of elasticity [GPa]
PC	104.4	2.44
PVC	123.0	3.48
GFRP	179.4	12.1

Table 5 Difference in Flexural Modulus of Elasticity Results Using Compliance Correction and Deflection-Measuring System

	Flexural Modulus of Elasticity [GPa] Deflection-Measuring System	Flexural Modulus of Elasticity [GPa] Compliance Correction	Difference (%)
PC	2.44	2.42	1.1
PVC	3.48	3.41	2.1
GFRP	12.1	11.7	3.3

La Fig.4 mostra la differenza fra il modulo di deflessione rilevato tramite le due diverse modalità di misura previste.

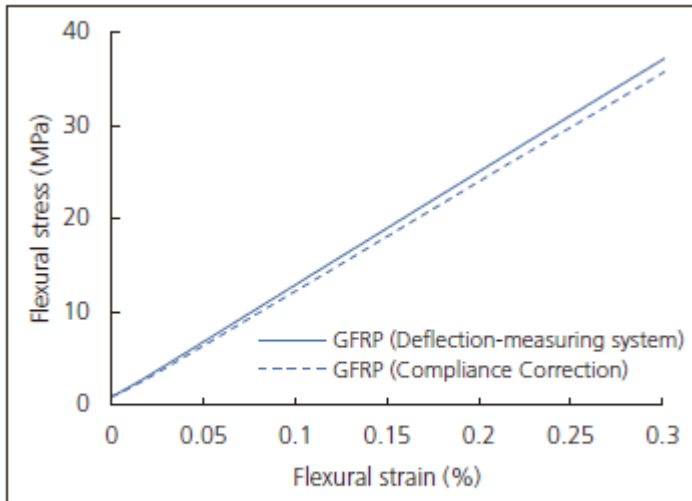


Fig. 4 Flexural Stress/Flexural Strain Curve of GFRP (Flexural strain 0 % to 0.3 %)

Prove di flessione su plastica: conclusioni

I risultati ottenuti mostrano come più è alto il valore di modulo elastico a flessione del materiale, maggiore è la differenza fra il valore ottenuto usando il deflettometro per rilevare la misura e quello ottenuto applicando la correzione di conformità prevista.

Secondo quanto previsto dalla versione più recente della normativa ISO 178 si richiede l'utilizzo di un dispositivo dedicato per una misurazione più accurata del valore di deflessione e conseguente precisa valutazione delle proprietà del materiale.

L'attrezzatura descritta può essere utilizzata per eseguire il test di 3 point bending in conformità con la ISO 178.

Prove di flessione su plastica: reference

Takeshi Murakami, Shimadzu Review Vol. 71, Issue ¾ (2014)