

# Application News

## No. i260

### 材料試験機

## プラスチックの3点曲げ試験

### ■はじめに

近年プラスチックはその熱的性質や軽量性などから、細かな歯車から飛行機の機体まで様々な分野、用途で使用されています。その特性評価のためには、引張試験だけでなく、曲げ、圧縮など様々な試験を行う必要がありますが、この中でも曲げ試験は、外力に対して材料が湾曲する場合の特性を調べるために行われます。部材に外力がかかっている場合、何らかの形で曲げモーメントがかかっているため、曲げ試験は材料評価のための最も基礎的な試験の1つとなっています。

プラスチックの3点曲げ試験の従来の規格では、たわみ測定装置を使用する必要はありません。治具の押し込み量や、変形量として代用するため、試験片や装置のたわみ、圧子の食い込みなどが合算されて検出され、精確な曲げ弾性率測定には適していませんでした。改定後の規格 (ISO178:2010、Amd.1:2013 と JIS K 7171:2016) では“JIS B 7741 の1級 (絶対精度たわみの1%以内)のたわみ測定装置を使用すること、または試験機のたわみを除けるようコンプライアンス補正を加えること”との改定がなされました。今回はこの改定された規格に準拠するよう、PC、PVC、GFRPの3点曲げ試験を行い、クロスヘッドの移動量に、コンプライアンス補正とたわみ測定装置を加えた3つのたわみの測定方法にて曲げ弾性率を求めました。

Y. Kamei

### ■測定システム

今回の測定では卓上型精密万能試験機 AGS-X と、測定精度 1.5 μm のたわみ計を用いました。平均厚さ 4 mm の試験片における規格の要求を図1に示します。この場合、弾性率に関連する値は 341 μm となり、その1%の 3.4 μm の絶対精度をもつたわみ測定装置が必要となります (図1では2点の傾きから曲げ弾性率を求めています、曲線の線形回帰によって曲げ弾性率を求めても問題ありません)。

表1~表3に今回使用した装置構成、試験片情報、試験条件を示します。また、図2に試験の様子を示します。改定された規格では試験速度について、試験速度一定で試験を行うA法と、弾性率測定後試験速度を上げるB法があります。今回は曲げひずみの小さいGFRPではA法で、曲げひずみの大きいPC、PVCではB法で試験を行い、速度切り替え点は曲げひずみ0.3%に設定しました。また、支点間距離が短いとせん断力の占める割合が大きくなるため<sup>1)</sup>、規格では支点間距離は平均厚さの16±1倍という値が推奨されています。

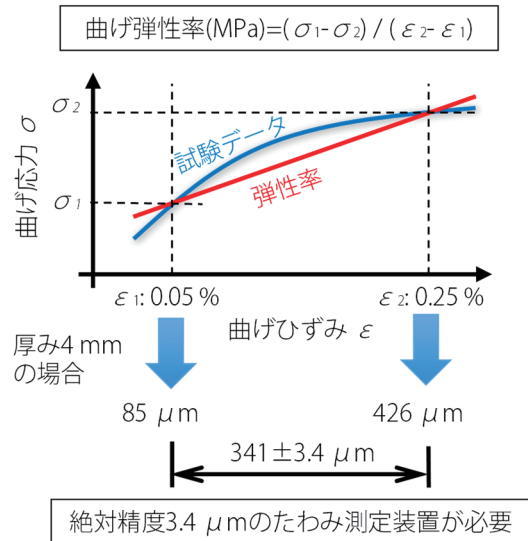


図1 改定された規格の要求

表1 装置構成

試験機	AGS-X
ロードセル	1 kN
たわみ指示計	接触式曲げたわみ計
曲げ治具	圧子 R5、支点 R5

表2 試験片情報

寸法	80 mm × 10 mm × 4 mm
種類	PC、PVC、GFRP (短繊維)

表3 試験条件

試験速度	2 mm/min
曲げ弾性率測定後の試験速度	100 mm/min (B法)
支点間距離	64 mm

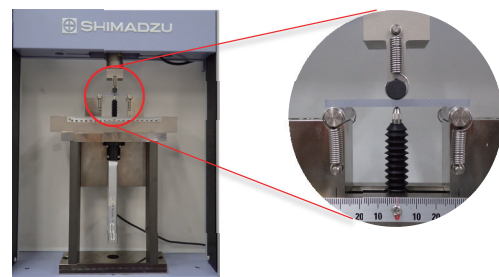


図2 たわみ測定装置の試験機への取り付け

## ■ 試験結果

図3に曲げ応力-曲げひずみ線図を示します。横軸の曲げひずみはたわみ測定装置を用いて測定したたわみ値を元に計算した値です。GFRPでは急速な試験力の低下が見られますが、PC、PVCは急激な破壊を起こさないため試験力の急速な低下が見られません。表4に各材料における曲げ強度、曲げ弾性率の測定結果を示します。

表5にクロスヘッドの移動量、コンプライアンス補正、たわみ測定装置にて測定したたわみより計算した、曲げ弾性率の比較を示します。クロスヘッドの移動量、コンプライアンス補正、たわみ測定装置の順に曲げ弾性率が大きくなる結果が得られました。

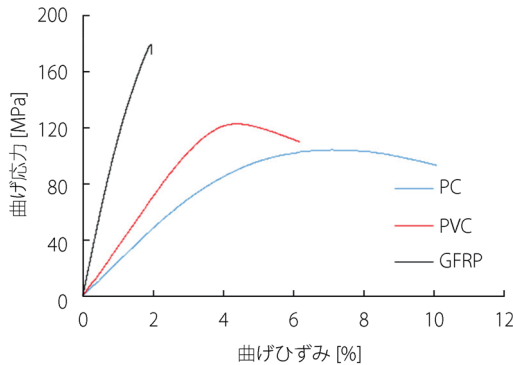


図3 試験結果

表4 試験結果

	曲げ強度 [MPa]	曲げ弾性率 [GPa]
PC	104.4	2.44
PVC	123.0	3.48
GFRP	179.4	12.1

表5 たわみ測定方法の違いによる曲げ弾性率の比較 [GPa]

	PC	PVC	GFRP
クロスヘッドの移動量	2.41	3.39	11.5
コンプライアンス補正	2.42	3.41	11.7
たわみ測定装置	2.44	3.48	12.1

クロスヘッドの移動量、コンプライアンス補正、たわみ指示計にて測定したたわみより計算した、曲げひずみの比較として、図4にGFRPのそれぞれの試験初期のグラフを示します。青線はクロスヘッドの移動量、赤線はコンプライアンス補正、黒線はたわみ測定装置にて測定した結果を示します。それぞれ、試験初期のグラフに違いがあることがわかります。

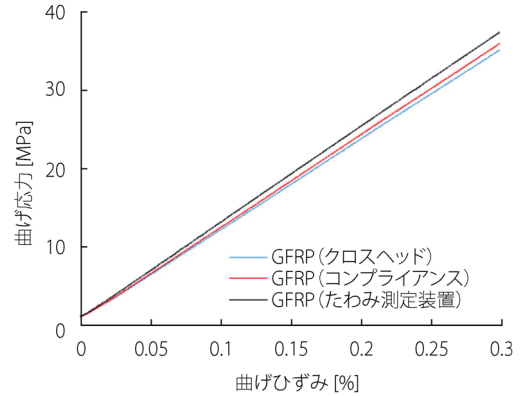


図4 試験初期の曲げ応力-曲げひずみ線図 (GFRP)

## ■ おわりに

今回、プラスチックの3点曲げ試験を改定された規格 (ISO 178:2010、Amd.1:2013 と JIS K 7171:2016) に準拠した方法にて行いました。3つのたわみ測定方法について曲げ弾性率を比較するとクロスヘッドの移動量、コンプライアンス補正、たわみ測定装置の順に値が大きくなりました。さらに、曲げ弾性率が高い試験片ほど、この差異が大きくなることがわかりました。改定された規格に準拠した材料の適切な評価を行うためにも、たわみ測定装置を用いてたわみの正確な測定を行うことが必要であると考えられます。

本稿の装置構成を用いることで、改定された規格に準拠したプラスチックの3点曲げ試験が可能です。

### 参考文献

- 1) 村上 岳、島津評論 別刷 第71巻 第3・4号 (2014)