SHIMADZU
Excellence in Science

Application News

No.i256B

材料試験機
Material Testing System

複合材料の有孔圧縮試験

Open-Hole Compression Test of Composite Material

■はじめに
Introduction

炭素繊維強化プラスチック（Carbon fiber reinforced plastics：CFRP）は，軽くて強い材料として注目され，いち早く航空・宇宙分野で適用が進んだ材料です。CFRP は比強度，高剛性といった優れた強度特性を有しますが，切り欠きがあると強度が著しく低下するため，航空機用複合材料を評価する場合は，必ず中央部に切り欠きとして円孔をあけた試験片で試験をする必要があります。今回は，ASTM D6484 に準じた CFRP の有孔圧縮試験を行いました。

F. Yano

■測定システム
Measurement System

今回使用した CFRP 試験片は T800S/3900 です。Fig. 1 のように，試験片の中央部には円孔が設けられています。ASTM D6484 では，インチ単位系と SI 単位系の試験方法が記載されており，それぞれ治具と試験片の寸法が異なります。今回は，インチ単位系で試験を行いました。試験片の情報を Table 1 に示します。

ASTM D6484 では A 法，B 法の 2 種の負荷方式が採用されています。A 法は，試験片と試験治具をつかみ具で挟みこみ，治具とつかみ具のせん断力によって試験片を圧縮する方法です。一方，B 法は，試験片と治具の端部に圧盤をあてて試験片を圧縮します。今回は，Fig. 2 に示すように，B 法で試験を行いました。Table 2，Table 3 に今回使用した装置一覧と試験条件を示します。

Table 1　試験片情報
Specimen Information

全長	：305 mm
幅	：38.1 mm
厚さ	：3.1 mm
積層方法	：$[45/0/-45/90]_{2s}$

Fig. 1　試験片
Specimen

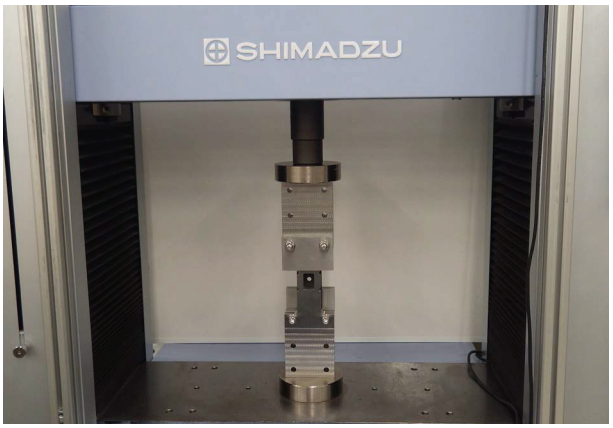

Fig. 2　試験の様子
Experimental Equipment

Table 2　試験装置
Experimental Equipment

試験機	：AG-Xplus
ロードセル	：50 kN
試験治具	：有孔圧縮試験治具

Table 3　試験条件
Test Condition

試験速度	：2 mm/min

■結果
Results

2 回の測定について，Table 4 に試験結果，Fig. 3 に応力 - 変位線図を示します。Table 4 に示すように有孔圧縮強度は，平均で 275.6 MPa となりました。

Table 4　試験結果
Test Results

試験片名	有孔圧縮強度
1回目	278.2 MPa
2回目	273.0 MPa
平均	275.6 MPa

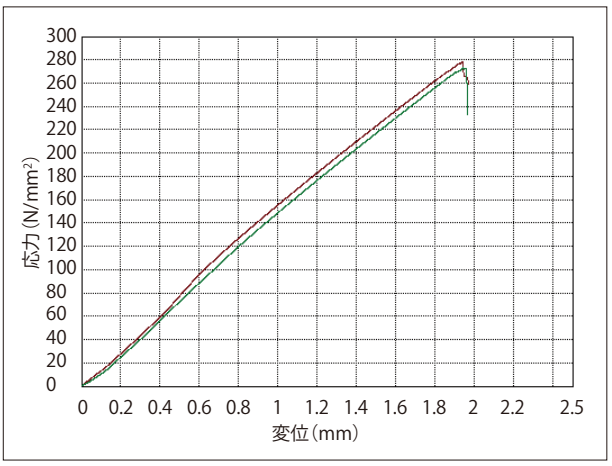

Fig. 3　応力 - 変位線図
Stress-Displacement Curves

■結果（DIC 解析）
Results (DIC analysis)

非接触式伸び幅計 TRViewX を使用すれば，試験結果と同期した試験片の観察画像および動画を採取することが可能です。また，試験片観察面に塗料などを用いてランダムマークを塗布すると，その試験観察画像または動画を用いて試験片観察面に生じた各種ひずみ分布を DIC 解析[1)] によって明らかにすることができます。今回は Table 5 に示す試験片を用いて有孔圧縮試験を行い DIC 解析を実施しました。Fig. 4 に非接触式伸び幅計を用いた有孔圧縮試験システムの写真を示します。また Fig. 5 に DIC 解析によって得られた試験片の円孔部周辺のひずみ分布を示します。Fig. 5 より，円孔の両端（領域①および③）にひずみが集中し，そこから圧縮軸方向にひずみが現れた後，円孔の両端付近で最終破壊を生じている様子がわかります。一方，円孔中央部（領域②）については，試験を通してひずみがほとんど生じていないことがわかります。今回使用した試験片の表面の繊維方向は 0° であるため，このような分布になったと考えられます。

Table 5　試験片情報 (DIC)
Specimen Information (DIC)

全長	：305 mm
幅	：38 mm
厚さ	：1.6 mm
積層方法	：$[0/90]_{2s}$

1) DIC 解析とは試験前後の試験片観察面に塗布されたランダムマークの移動量から，試験片に生じたひずみ分布やひずみ計測を実施できる解析手法です。

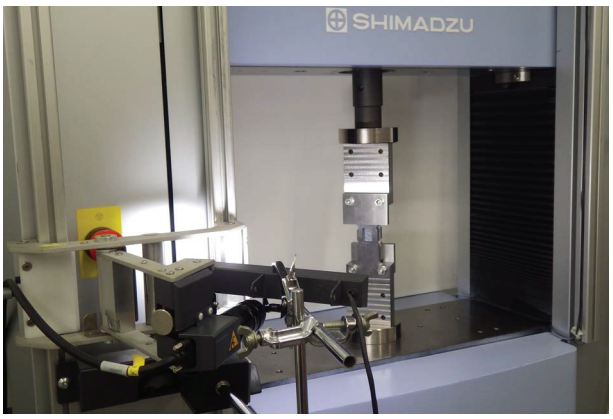

Fig. 4　撮影の様子 (DIC)
Experimental Equipment (DIC)

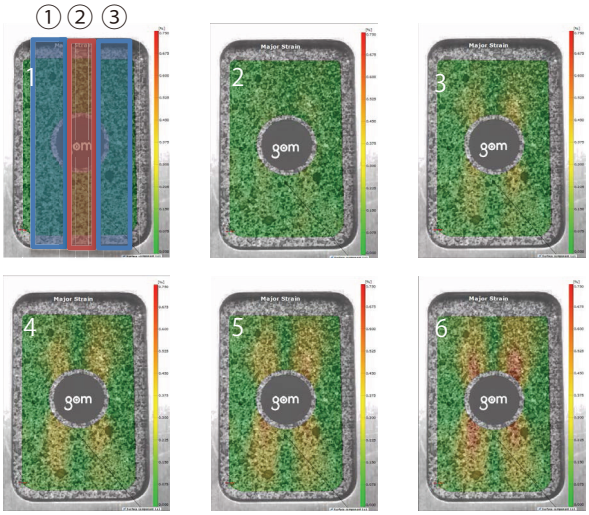

Fig. 5　DIC 解析結果
Result of DIC

■おわりに
Conclusion

本試験システムを用いることで，ASTM D6484 に準じた有孔 CFRP の圧縮試験を行うことができます。また，非接触式伸び幅計を使用することで，試験機で検出した試験力およびクロスヘッド変位と同期した動画（画像）を撮影することができます。この動画を元に DIC 解析を行うと，試験片観察部に生じた各種ひずみ分布を評価することが可能です。CFRP およびこれを用いた製品の開発に際し，本システムは大変有用な装置です。

B改訂版発行：2016年12月
初版発行：2016年5月

株式会社 島津製作所　分析計測事業部
グローバルアプリケーション開発センター
島津コールセンター　0120-131691
(075) 813-1691

※本資料は発行時の情報に基づいて作成されており、予告なく改訂することがあります。
改訂版は下記の会員制 Web Solutions Navigator で閲覧できます。
https://solutions.shimadzu.co.jp/solnavi/solnavi.htm

会員制情報サービス「Shim-Solutions Club」にご登録ください。
https://solutions.shimadzu.co.jp/
会員制Webの閲覧だけでなく、いろいろな情報サービスが受けられます。