

Application News

No. V25

高速度ビデオカメラ HPV-X2 高速衝撃試験機 HITS-T10

複合材料の層間せん断衝撃試験における 3D-DIC 解析

複合材料は、金属材料と比較して比強度・比剛性が高い材料です。そのため、軽量化による燃費向上を目的に、航空機や様々な輸送機に使用されており、その使用量は年々増加しています。しかし、複合材料積層板において優れた特性を示すのは、繊維方向に限定されており、層間はマトリックス樹脂のみの接着となるため、非常に低強度となっております。層間の強度が小さいと、外部からの荷重を受けると容易に層間はく離が発生し、圧縮強度の低下等を引き起こします。そのため、層間特性を評価することは複合材料積層板を評価する上で、重要な評価であるといえます。また、輸送機での使用を考えると、衝撃荷重を受けることが考えられるため、静的特性だけでなく衝撃特性を把握することも重要であると考えられます。

今回は、層間特性の評価として、JIS K7057 を参考にしたショートビーム法による層間せん断衝撃試験におけるひずみ分布の可視化を行いました。ひずみ分布の可視化のために、高速度ビデオカメラ HPV-X2 を 2 台使用した 3D-DIC 解析を行いました。

F. Yano

※DIC 解析

物体表面のランダムパターンを物体変形前後で比較し、パターンの移動量を調べる手法。今回、ランダムパターンは黒マジックを使用して試験片に直接書き込みました。

測定システム

高速衝撃試験機 HITS-T10 を使用して、層間せん断衝撃試験を行い、高速度ビデオカメラ HPV-X2 を 2 台使用して、破壊観察を行いました。2 方向からの撮影を行うことで、3 次元的なひずみの測定が可能であり、面外方向の変形を考慮した精度の高いひずみ計測が可能です。図 1 に試験の様子を、図 2 に試験片取付時の試験治具の様子を示します。また、今回使用した試験装置を表 1 に示します。HPV-X2 によって撮影された動画は DIC ソフトウェア VIC-3D を使用して解析を行い、ひずみ分布を求めました。VIC-3D では、HPV-X2 を制御することができるため、従来のように解析用と HPV-X2 の制御用のパソコンがそれぞれ必要ではなく、容易にキャリブレーションや解析が可能となっております。

表 1 試験装置

高速度ビデオカメラ	: 高速度ビデオカメラ HPV-X2 2 台
試験機	: 高速衝撃試験機 HITS-T10
試験治具	: ショートビーム試験治具
照明	: ストロボ
DIC ソフトウェア	: VIC-3D

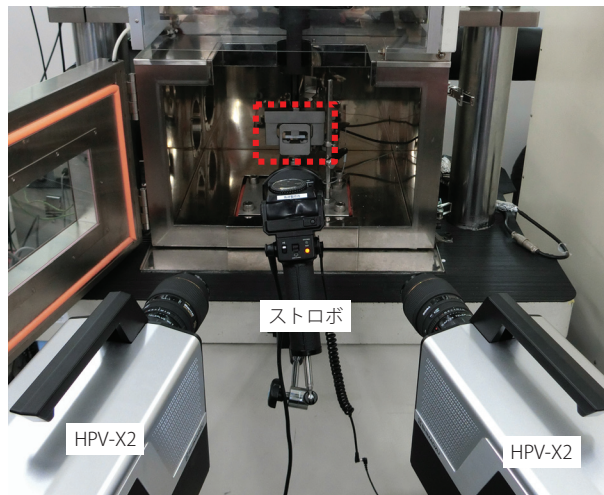


図 1 試験の様子

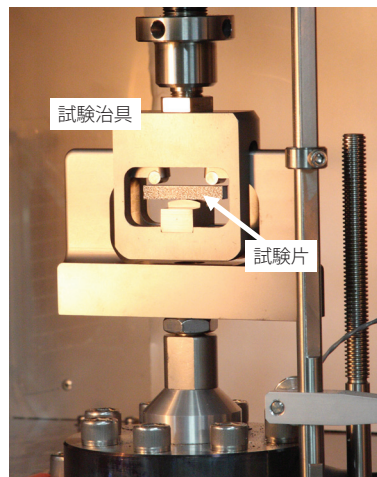


図 2 試験片取付時の試験治具の様子

試験条件

試験片は一方向積層 GFRP を使用しました。試験片の詳細を表 2 に示します。また、試験条件を表 3 に示します。

表 2 試験片情報

試験片	: 一方向積層 GFRP
試験片寸法[in]	: 0.25 × 0.25 × 1.75

表 3 試験条件

試験速度	: 10 m/s
撮影速度	: 670 kfps
支点間距離	: 1.2 in
試験治具寸法	: 圧子半径 1 in、支点半径 0.25 in

■測定結果

破壊直前までのせん断ひずみの DIC 解析結果を図 3 に示します。試験開始直後、図 3 の(1)のように支点直下にせん断ひずみが集中しています。その後、支点から圧子にかけて左右対称にせん断ひずみが発生し、破壊直前には試験片全域にせん断ひずみが分布している様子が確認できます。図 4 に層間はく離の様子を示します。図 4 の(2)にて試験片の左側から層間はく離が発生しています。その後、はく離が進行していき、(4)で右側からも層間はく離が発生しています。図 4 と同時刻の DIC 解析結果を図 5 に示します。図 5 より、せん断ひずみが集中したところから層間はく離が発生することがわかります。また、DIC 解析を行うことで、図 4 ではわかりにくかった層間はく離の位置を特定することができます。

■まとめ

今回、2 台の HPV-X2 を使用して、一方向積層 GFRP の層間せん断衝撃試験におけるせん断ひずみを 3D-DIC 解析を実施して、測定しました。3D-DIC 解析を行うことで、試験中のせん断ひずみの増加の様子や層間はく離時におけるひずみ分布を確認することができます。このように衝撃試験における破壊観察には HPV-X2 が適しており、衝撃特性の評価に役立てていただくことができます。

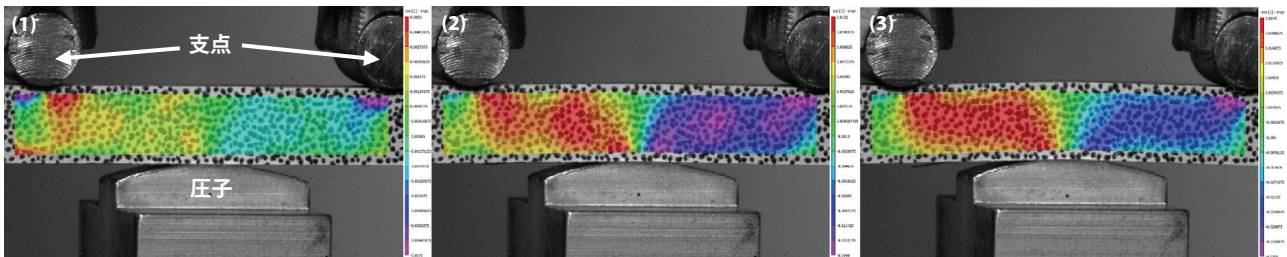


図 3 破壊直前までのせん断ひずみの DIC 解析結果 (画像間の時間間隔は 27 μ s)

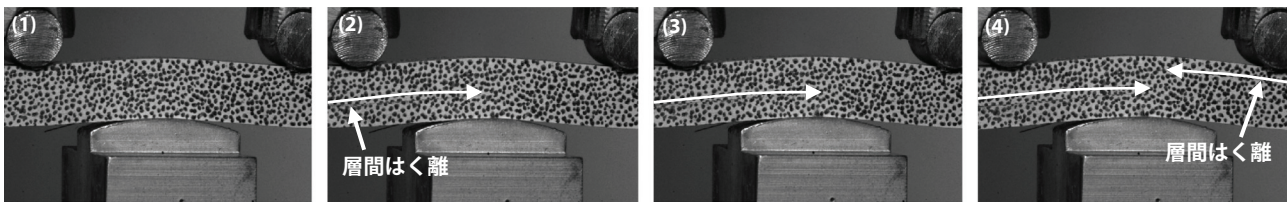


図 4 層間はく離の様子 (画像間の時間間隔は 6 μ s、層間はく離が発生した部分を白の矢印で示します。)

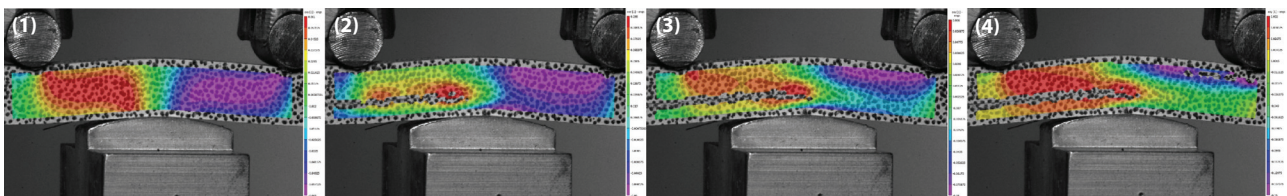


図 5 層間はく離時の DIC 解析 (図 4 の DIC 解析結果)

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

初版発行：2017 年 4 月

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。