

Application News

高速度ビデオカメラ Hyper Vision™ HPV™-X3
精密万能試験機 オートグラフ™ AGX™-V2 シリーズ

ガラスのリングオンリング曲げ試験における HPV-X3を用いた破壊観察

西川 祐貴、矢野 文彬

ユーザーベネフィット

- ◆ 高速度ビデオカメラ HPV-X3は従来機と比較して解像度が3倍向上しており、より高解像度の高速度撮影が可能です。
- ◆ 高速度ビデオカメラ HPV-X3によりガラスの破壊の起点と亀裂が進展していく様子を観察することが可能です。
- ◆ 高速度ビデオカメラ HPV-X3により最高20 Mfpsの高速度撮影が可能です。

はじめに

近年のガラスの用途は電子機器や自動車、建築など非常に多岐にわたります。例えばスマートフォンや自動車のフロントガラスでは高い強度が求められるため、強度評価手法として3点曲げおよび4点曲げ試験やリングオンリング曲げ試験が行われています。

3点および4点曲げ試験では、試験片の端面に存在する傷や欠陥が破壊の起点となるため、結果が端面の状態に依存します。一方、リングオンリング曲げ試験は、2軸の4点曲げ試験と考えられ、端部の影響を受けずにガラスの「面内強度」を評価できます。この試験はASTM C1499に規定されており、圧縮側にテープを貼った試験片を試験後に観察し、破壊の起点を観察することで、結果の可否を判断します。したがって、この評価においては、単に試験を行うだけでなく、破壊の起点を確認することも重要であると考えられます。

前報¹⁾では、高速度ビデオカメラ HPV-X2を用いてリングオンリング曲げ試験における強化ガラスの破壊過程を観察しました。今回新たに開発した HPV-X3 (図1) は、従来機に比べ解像度が3倍向上しており、ガラスの亀裂の様子をより詳細に観察することが可能となりました。



図1 高速度ビデオカメラ Hyper Vision™ HPV™-X3

測定システム

高速度ビデオカメラ HPV-X3と精密万能試験機 AGX-V2を用いて、ガラスのリングオンリング曲げ試験における破壊挙動を観察しました。試験装置を表1に、撮影・試験条件を表2に示します。図2、図3に観察の様子と試験部の様子を示します。リングオンリング試験治具のサポートリングの内側をくり抜き、真下に設置したミラーにより、試験片真下からの破壊観察を可能にしました。トリガには破断時の加速度の変化を利用するため、ロードリングに加速度センサーを貼り付けました。また、試験片の上側に反射シートを設置し、亀裂が進展する様子を観察しやすくしました。試験片には強化ガラスを用い、試験速度は5 mm/min、撮影速度は10 Mfpsで観察を行いました。

表1 試験装置

高速度ビデオカメラ	: HPV-X3
レンズ	: 105 mm マクロレンズ
	: テレコンバータ
照明	: 超高出力光源 SLG-600V
精密万能試験機	: AGX-V2
ロードセル	: 100 kN
試験治具	: ガラス用リング曲げ試験治具
	: ロードリング直径 18 mm
	: サポートリング直径 32 mm

表2 撮影・試験条件

撮影速度	: 10 Mfps
試験速度	: 5 mm/min

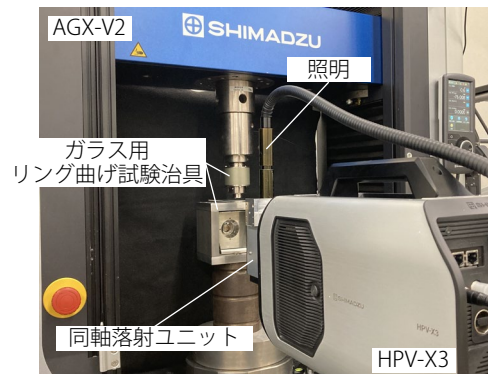


図2 観察の様子

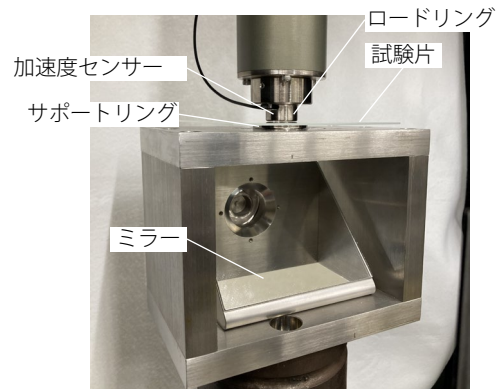


図3 試験部の様子

■測定結果

図4にリングオンリング曲げ試験における破壊観察の結果を示します。(2)でロードリング上に破壊の起点が確認でき、その後、(3)~(12)にかけて起点の円が広がるように亀裂が進展していく様子が観察されました。また、図5にて前報でのHPV-X2の撮影画像と今回新たに撮影したHPV-X3での撮影画像を比較します。図5のHPV-X3の画像は、図4(4)の亀裂部分を拡大した画像になります。同様に図5のHPV-X2の画像は前報の撮影画像の亀裂部分を拡大した画像になります。HPV-X2の画像では破壊部の黒い円の輪郭が一部不明瞭になっています。一方、HPV-X3では破壊の起点から放射状に広がる亀裂の識別が可能であり、解像度が向上したことで、より詳細な観察が可能になったことがわかります。

■まとめ

高速度ビデオカメラHPV-X3を用いて、強化ガラスのリングオンリング曲げ試験における破壊の様子を観察しました。ガラスの亀裂進展速度は非常に速く、観察には5 Mfps以上の撮影速度を有する高速度ビデオカメラが適していると考えられます。また、従来機であるHPV-X2と比較して解像度が3倍向上したことで、亀裂の様子をより鮮明に撮影できました。このように、HPV-X3を使用することで、ガラスの開発に役立てることができそうです。

<参考文献>

- 1) ガラスのリングオンリング曲げ試験における破壊観察
[Application News No.V30](#)

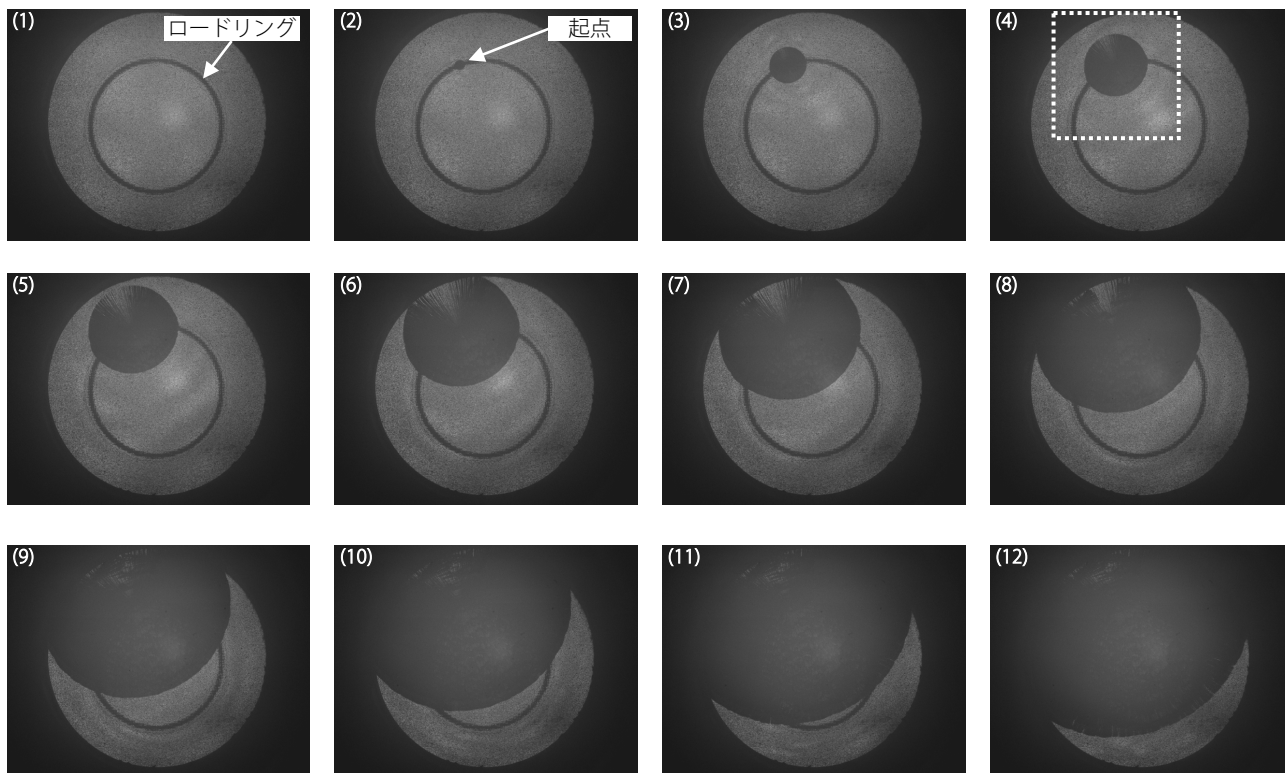


図4 HPV-X3で撮影したリングオンリング曲げ試験における破壊観察 (画像間の時間間隔 1 μs)

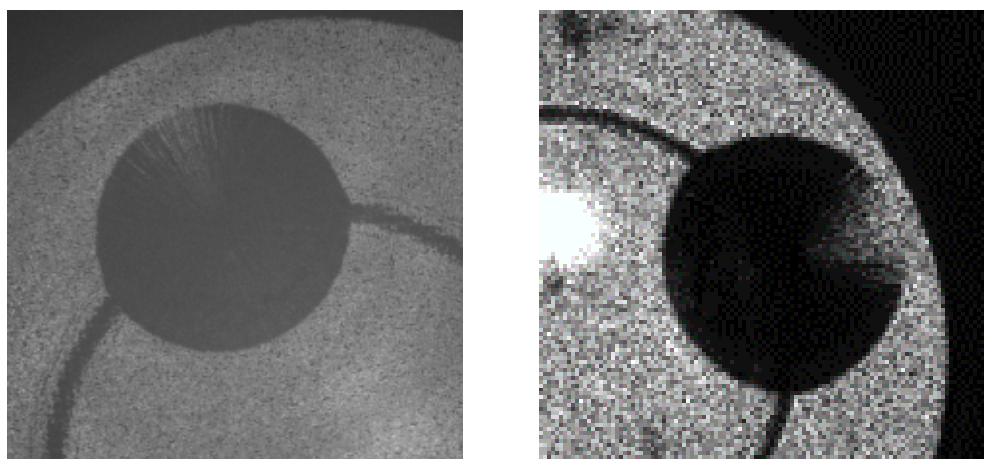


図5 HPV-X3 (左) と HPV-X2 (右) ¹⁾ で撮影した試験中のガラスの破壊部の拡大画像

Hyper Vision、HPV、オートグラフ、およびAGXは、株式会社島津製作所またはその関係会社の日本およびその他の国における商標です。

株式会社 島津製作所 分析計測事業部
<https://www.an.shimadzu.co.jp/>

01-00881-JP 初版発行：2025年 2月

島津コールセンター ☎ 0120-131691

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。
本文中に記載されている会社名、製品名、サービスマークおよびロゴは、各社の商標および登録商標です。
本文中では「TM」、「®」を明記していない場合があります。

▶ アンケート

関連製品 一部の製品は新しいモデルにアップデートされている場合があります。



▶ HyperVision™
HPV™-X3
高速度ビデオカメラ

関連分野

▶ 工業材料・マテリアル

▶ ガラス・セラミックス

▶ 価格お問い合わせ

▶ 製品お問い合わせ

▶ 技術お問い合わせ

▶ その他お問い合わせ