

# Application News

## No. i269

材料试验 AGX-V

### 碳纤维增强塑料帽型试样的轴向压缩试验

**摘要：**本文利用岛津公司最新款 AGX-V 电子万能试验机，将碳纤维增强塑料（CFRP）帽形试样在高度方向上分成 10 段，在前后两侧共粘贴 20 个应变片，并捕获其信号，除了测量材料的抗压强度外，还进行与试验结果同步的视频记录，以确定断裂点。通过比对应力 - 应变曲线与 USB 摄影机拍摄的视频、图片，可以进行同步的破坏分析，这些分析有利于结构部件的力学性能研究。

**关键词：**CFRTP 复合材料 轴向压缩试验 应变片式应变片

由碳纤维和纤维结合而成的复合材料，由于其比重小、刚性好和强度高而成为一种先进的航空航天材料。因为航天飞行器的重量每减少 1 公斤，就可使运载火箭减轻 500 公斤。所以，在航空航天工业中争相采用先进复合材料以减小构件重量。一方面降低自重，另一方面也必须满足安全要求。从这一观点出发，高强度复合材料的发展显得尤为重要。

碳纤维复合材料（CFRP）是一种以碳纤维为增强材料的树脂材料，即使是在复合材料中，也具有特别高的比强度和比刚度。以热固性树脂为基体树脂的碳纤维增强塑料（CFRP）已广泛应用于赛车和豪华车上，近年来，碳纤维增强热塑性复合材料（CFRTP）也以高成型性热塑性树脂为基体树脂而得到发展。本研究以 CFRTP 材料为试件，在汽车车身上大量使用空心框架，并进行了轴压试验。本试验采用岛津公司最新电子万能试验机 AGX-V。由于 AGX-V 系列可以实现最多 20 个通道的模拟或数字输入，所以将 CFRTP 帽形试样在高度方向上分成 10 段，在前后两侧共连接 20 个应变片，并捕获其信号，除了测量相应材料的抗压强度外，还进行了与试验结果同步的视频记录，以确定断裂点。

## 实验部分

### 1.1 仪器

AGX-V 电子万能试验机 动态应变片 DPM-952A

### 1.2 分析条件

速度控制方式：横梁行程控制

试验温度：室温

加载试验速率：20mm/min

传感器容量：300KN

试验夹具：固定压盘

样品材料：CFRTP 材料帽型试样

样品高度：400mm

应变片组数：10 组

## 试验系统介绍

图 1 为本次试验的试验系统，包括有 AGX-300kN 试验机、动态应变片（Dynamic strain gauge）、LifeCam Studio® USB 摄像机。本试验对汽车车身上的空心框架直接进行模拟测试，这类部件的测试更能直接反映出此部件的最不利破坏条件。对于此类大部件，若是只对某一处进行应力应变分析，则会使得实验结果较为片面。岛津公司新型试验机 AGX-V 配置最多 20 个模拟信号输入输出端口。对于此类试验，可以使用应变片式应变片测试部件多个位置应变应力关系。除此之外，配置 LifeCam Studio® USB 摄像机，可以清楚地观察试验的同步影像记录，以更好地确定部件最不利点。测量其应变时，将帽形试样在高度方向上分成 10 段，在前后两侧共连接 20 个应变片，并捕获其信号。应变片粘贴方式看图 2。

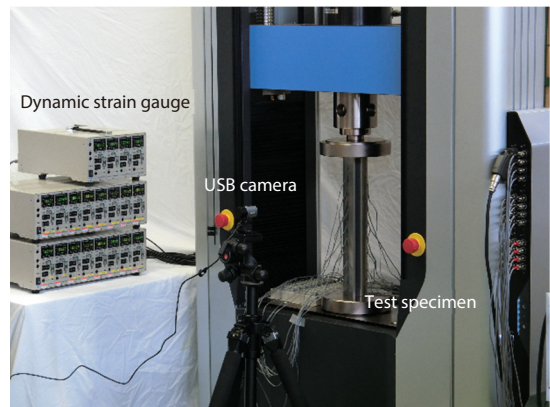


图 1 测试系统



图 2 应变片粘接方式

## ■ 试验结果分析

图 3 显示了连接到 CFRTP 帽形试样正面的应变片的测量结果。在图中，图例中的符号表示应变片的连接位置。应变片从帽形试样的顶部以相等的间隔安装，自上往下分别表示 1-10 号应变片的应变值。图 4 为 CFRTP 帽型试样的试验力与位移的关系图。图 5 为与图 4 对应的试验图像过程。

本试验中使用的 CFRTP 是一种随机排列的材料，因此认为测量结果可能存在局部差异。由图 3 可以看出，各个位置的应变值不同。通过图 3 中的 1 号应变片与 3 号应变片的曲线可以得到试验的应变集中在上部。此外，图 5 示与图 3 相对应，在图 5 (4) 中可以直接在上压缩板下方观察到损伤。在这一点之后，破坏以压力从与压盘接触的部分扩散的形式进行，但没有发生屈曲。

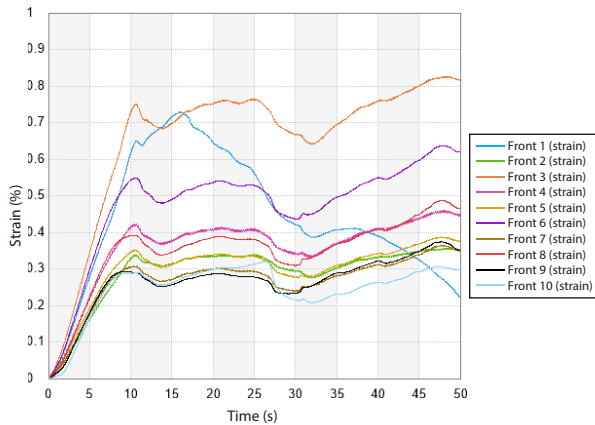


图 3 应变与时间曲线

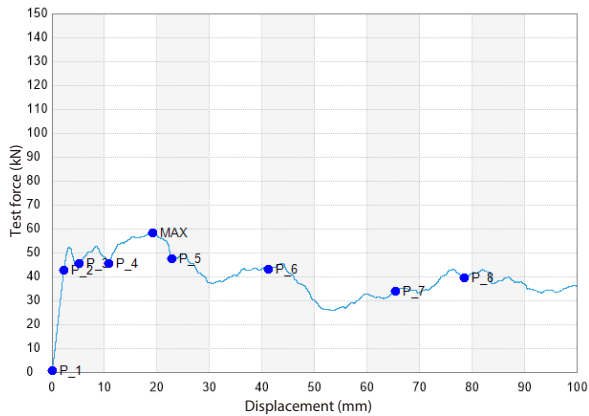


图 4. 压缩载荷与位移曲线

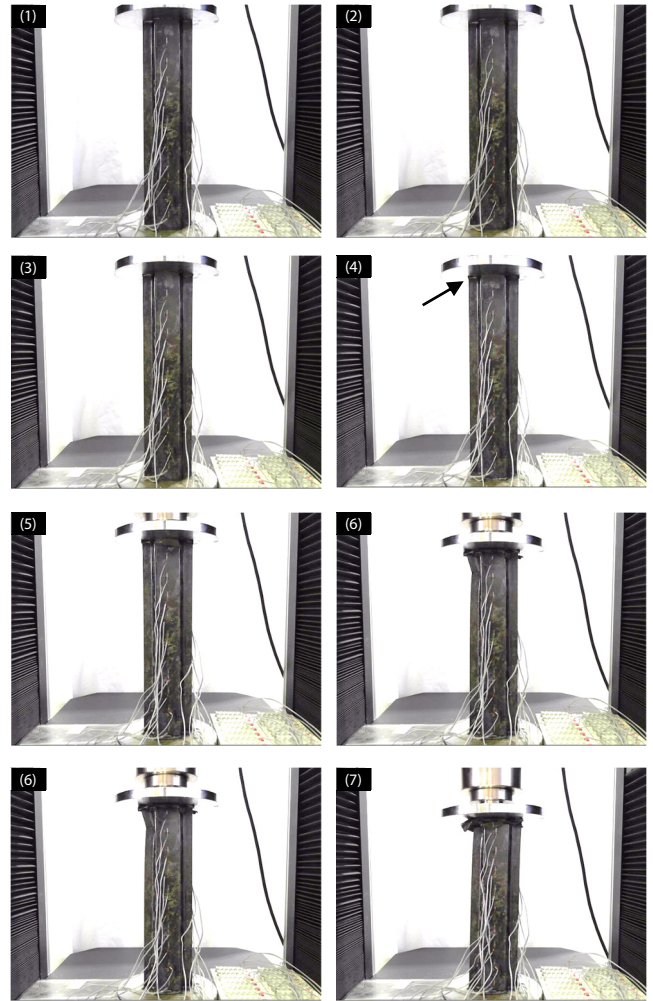


图 5 试验过程对应图像 (1-8)

## ■ 结论

本文采用 CFRTP 材料制备的帽形试样进行了实际结构的轴向压缩试验。AGX-V 系列的模拟输入通道多达 20 个，因此在实际结构试验中可以在多点上进行应变测量。此外，通过使用 USB 摄像机记录与测试结果同步的视频，还可以对测试结果和测试图像进行比较评估。AGX-V 系列将成为实际结构测试的有效工具。



岛津企业管理（中国）有限公司  
岛津（香港）有限公司

<http://www.shimadzu.com.cn>

用户服务热线电话： 800-810-0439  
400-650-0439

免责声明：

\* 本资料未经许可不得擅自修改、转载、销售；  
\* 本资料中的所有信息仅供参考，不予任何保证。  
如有变动，恕不另行通知。

第一版发行日：2019 年 6 月