

特点描述

- ◆ 可以在与模塑条件相似的高压条件下进行测量。
- ◆ 由于样品是用恒定的试验载荷挤出的，因此即使是高粘度材料也能以高准确度进行检测。

■ 引言

玻璃纤维增强塑料（GFRP）是将玻璃纤维与塑料凝固形成的复合材料。其具有成本低、重量轻、耐用等优点，被广泛应用于建筑、电器电子设备、交通等领域。利用 GFRP 也可以通过注射成型法制造。注射模塑的温度和压力因树脂和模具材料的类型而异，条件不当会造成充填不充分、充填过剩、下沉、空隙等缺陷。此外，GFRP 中的树脂可以在受控环境中吸收水分，使材料性质出现变化，从而改变模塑条件。因此，在与模塑条件相似的高压条件下进行测量，并正确管理材料，具有重要意义。

本文介绍了 GFRP 中由于分子量导致的粘度差异和流动性的评价实例，以及由于吸湿导致的粘度变化实例。

■ 样品和检测条件

如表 1 所示，使用含 33% 玻璃纤维（GF）的不同分子量聚碳酸酯（PC）树脂进行检测。检测条件见表 2。

表 1 样品信息

样品编号	成分	分子量	GF 百分比
(1)	PC/GF	17,000	33%
(2)	PC/GF	22,000	33%
(3)	PC/GF	26,000	33%

表 2 试验条件

检测方法:	恒温法
模口孔直径:	1 mm
模口长度:	10 mm
检测温度:	280 °C
检测压力:	1.96 MPa
预热时间:	300 s
样本量:	1.5 g

使用 CFT-500EX 型流动试验仪（图 1）进行检测。本设备是一种小管流变仪，用于测量熔体通过小管时的粘性阻力。

根据图 2 所示的结构，填充在模腔中的样品从外围加热并熔化，之后活塞从顶部施加恒定压力。将熔融样品通过模口的小孔挤出以获得熔融粘度。

该原理与广泛使用的国际熔体流速（MFR）测量机相同，但毛细管流变仪提供了广泛的压力选择。其可在实际成型条件或接近实际成型条件下进行检测，以获得高度实用的数据。



图 1 CFT-500EX

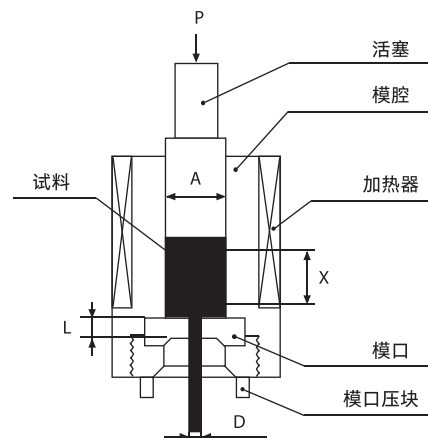


图 2 检测概念图

通过计算流速，获得剪切速率和剪切应力（其比值对应于粘度），来计算粘度，如下式所示：

(1) 流速 Q

$$Q = \frac{X}{10} \cdot \frac{A}{t} \quad (cm^3/s)$$

t: 测量时间 (s)
X: 表观位移 (mm)
A: 活塞横截面积 (cm²)

(2) 表观剪切速率 γ

$$\gamma = \frac{32Q}{\pi D^3} \cdot 10^3 \quad (s^{-1})$$

D: 模口孔直径 (mm)

(3) 表观剪切应力 τ

$$\tau = \frac{PD}{4L} \quad (Pa)$$

P: 检测压力 (Pa)
L: 模口长度 (mm)

(4) 表观黏度 η

$$\eta = \frac{\tau}{\gamma} = \frac{\pi D^4 P}{128 L Q} \quad (Pa \cdot s)$$

■ 结果

图 3 显示了位移 - 时间图上的结果叠加，表 3 总结了检测结果。可以看出，与剪切速率量级相对应的斜率在 (1) 中较大，在 (3) 中较小。因此，分子量越高，流动越困难，粘度越高。

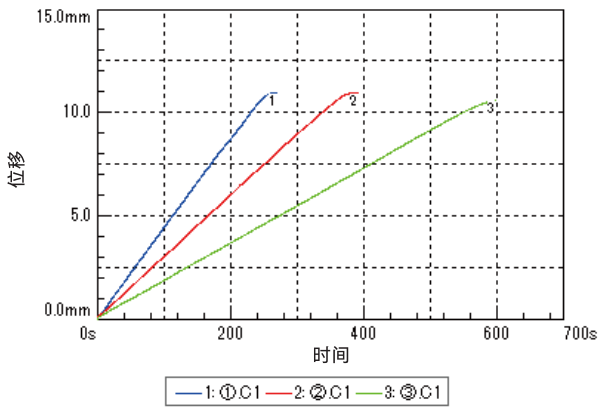


图 3 位移 - 时间图

表 3 检测结果 (分子量改变时)

样品编号	成分	分子量	GF 百分比	剪切速率 (s ⁻¹)	粘度 (Pa · s)
(1)	PC/GF	17000	33%	44.7	1,098
(2)	PC/GF	22000	33%	30.6	1,604
(3)	PC/GF	26000	33%	18.5	2,657

使用分子量为 17000 的样品 (1) 测量由于吸湿导致的 GFRP 粘度变化。在 100°C 下真空干燥 13 小时后，将样品置于湿度约为 50%、温度约为 23°C 的房间中。在表 2 条件下进行检测，测定表 4 中所示各放置时间的粘度变化。检测结果见表 4 和图 4。由此可知，GFRP 的水分吸收随着放置时间的增加而增加，导致粘度降低，流动性升高。此外，研究发现，在室内静置约 4 小时后，粘度显著下降，约 24 小时后，粘度下降幅度变小。

表 4 检测结果 (变更调节时间)

放置时间 (h)	剪切速率 (s ⁻¹)	粘度 (Pa · s)
0	44.38	1,105
0.25	46.84	1,047
0.5	47.35	1,036
1	47.38	1,035
2	50.41	973
4	53.03	925
8	55.54	883
24	58.77	834
48	58.61	837

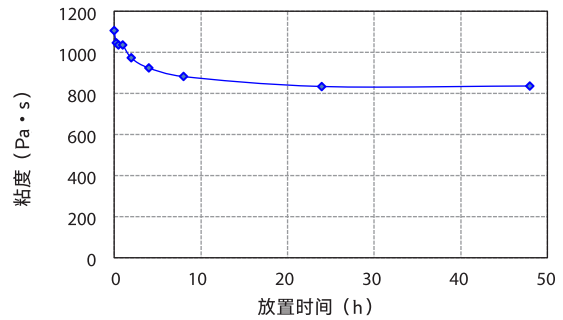


图 4 水分吸收引起的粘度变化

■ 结论

由于 GFRP 和其他树脂会因吸湿产生很大的粘度差异，使用不受控制的树脂会导致注射成型失效。此外，即使使用相同类型的树脂，不同的分子量也会导致粘度和流动性的差异。在成型之前，必须用毛细管流变仪测量粘度，以确认粘度在标准范围内，防止注射成型缺陷。

岛津应用云

