

## 采样频率对强度值的影响

多数金属材料 and 树脂材料大多会出现塑性变形，但玻璃和陶瓷几乎不会出现塑性变形，而是发生脆性断裂。在通过高速度、短时间检测求得脆性材料等的材料强度时，强度值可能会因为材料试验机采样频率的不同而发生变化，出现偏差的机率增加。

本次实施了陶瓷、树脂的强度试验，试验后变更采样频率，确认了采样频率对强度值的影响。

Y. Kamei

### ■ 树脂的拉伸试验

表 1 所示为树脂的拉伸试验条件，表 2 所示为试样的信息，图 1 所示为试验情形。按照 AGX™-10kNV 型精密万能试验机的最高速度 3000 mm/min、采样频率 10000 Hz 进行聚丙烯树脂的拉伸试验。试验后对数据进行筛选处理，创建对应 4 种采样频率（5000 Hz、1000 Hz、100 Hz、20 Hz）的数据。

表 1 试验条件

仪器规格	: AGX-V
称重传感器	: 10 kN
试验夹具	: 5 kN 气动式平面型夹具
夹齿	: 单侧锯齿齿
夹齿间距离	: 115 mm
软件	: TRAPEZIUM™ X-V 单
试验速度	: 3000 mm/min
采样频率 (Hz)	: 10000、5000、1000、100、20

表 2 试验片信息

树脂	: 丙烯
哑铃平行部尺寸	: 宽 10 mm × 厚 4 mm (JIS K7161 1A 号哑铃)



图 1 试验情形

图 2(a) 所示为 10000 Hz 下的测试结果，图 2(b) ~ (e) 所示为进行筛选处理后的各采样频率的结果。本次试验的检测时间约为 0.5 秒左右，所以在 100 Hz 和 20 Hz 的频率下，数据间的间隔过大，无法充分捕捉峰值点。表 3 所示为各采样频率下的拉伸强度和以 10000 Hz 为基准的失强率。在 100 Hz 下出现 1% 左右的失强率，20 Hz 下出现 4% 左右的失强率，低于 10000 Hz 的强度，无法充分捕捉峰值点。根据上述结果，在聚丙烯树脂的高速拉伸试验中，需要采用 1000 Hz 以上的采样频率。

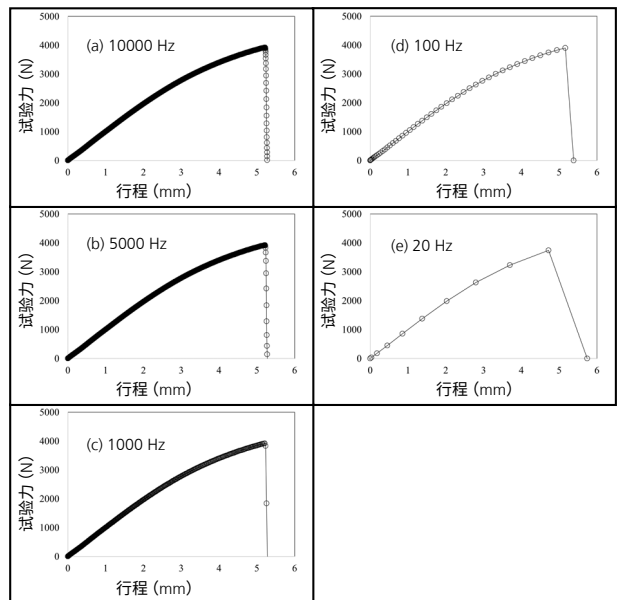


图 2 试验结果

表 3 各采样频率下的试验力总结 (n=5 的平均值)

采样频率 (Hz)	拉伸强度 (MPa)	失强率* (%)
10000	96.30	-
5000	96.30	0
1000	96.24	0.06
100	95.44	0.89
20	92.69	3.75

\* 以 10000 Hz 为基准的失强率

## 陶瓷的压缩试验

表 4 所示为陶瓷的压缩试验条件，表 5 所示为试样信息，图 3 所示为试验情形。为了保护压盘，使用金属垫片进行了试验。在 AGX-100kN 型精密万能试验机的最高速度 1500 mm/min、采样频率 10000 Hz 下实施了氧化铝的压缩试验。试验后对数据进行筛选处理，创建对应 4 种采样频率（5000 Hz、1000 Hz、100 Hz、20 Hz）的数据。

表 4 试验条件

试验装置	: AGX-V
称重传感器	: 100 kN
试验夹具	: 固定式压板 $\phi$ 100 mm 金属垫片 长 70 mm $\times$ 宽 65 mm $\times$ 厚 30 mm
软件	: TRAPEZIUM™ X-V 单
试验速度	: 1500 mm/min
采样频率 (Hz)	: 10000、5000、1000、100、20

表 5 试验片信息

陶瓷	: 氧化铝
尺寸	: $\phi$ 5 mm 的球形

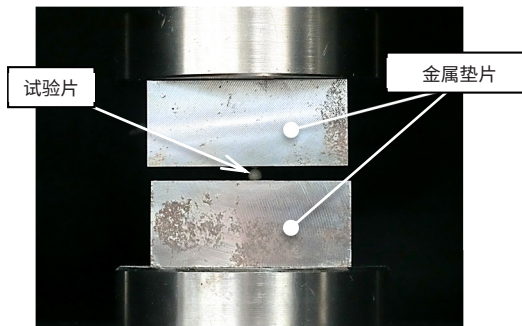


图 3 试验情形

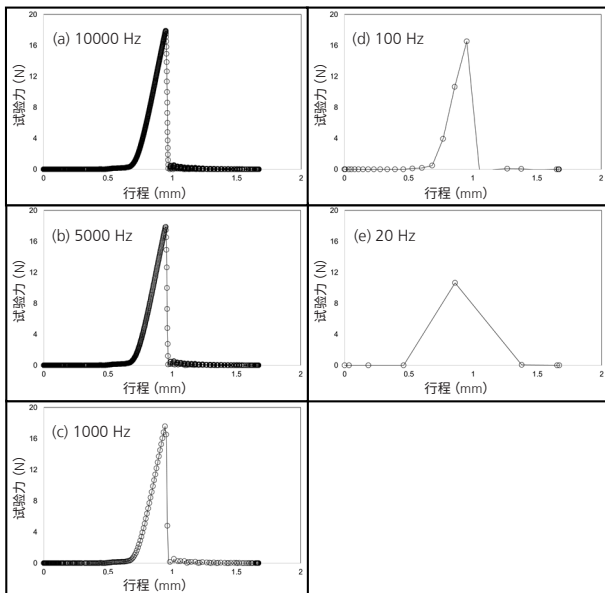


图 4 试验结果

图 4(a) 所示为 10000 Hz 下的测试结果，图 4(b) ~ (e) 所示为进行处理后的各采样频率的结果。与树脂的试验相比，本次试验的检测时间非常短，只有 0.04 秒左右，所以在 1000 Hz、100 Hz、20 Hz 的频率下，数据间的间隔过大，无法充分捕捉峰值点。表 6 所示为各采样频率下的压缩强度、标准偏差、以及以 10000 Hz 为基准的失强率。由此可知，采样频率越低，标准偏差越大，偏差也就越大。此外，与 10000 Hz 相比，在 1000 Hz、100 Hz、20 Hz 采样频率下，失强率达到 1% 以上，无法顺利捕捉峰值点。因此，实施氧化铝等的脆性材料试验时，需要 5000 Hz 以上的采样频率。

表 6 各采样频率下的试验力总结 (n=5 的平均值)

采样频率 (Hz)	压缩强度 (kN)	标准偏差 (kN)	失强率 * (%)
10000	18.87	0.86	-
5000	18.86	0.87	0.03
1000	18.60	0.91	1.40
100	15.32	3.15	18.8
20	10.79	3.70	42.8

\* 以 10000 Hz 为基准的失强比例

## 总结

本次实施了陶瓷、树脂的高速度强度试验，确认了采样频率与强度值的关系。从本次的结果可知，采样频率越快，越能正确捕捉峰值点。

在高速度试验、发生脆性破坏的材料等检测时间较短的试验中，采样频率对正确评估强度来说是非常重要的。AGX-V 系列可以在从低速到高速的大速度范围内进行试验，并且，高速试验所需的采样频率最高可设置为 10000 Hz，完成不错过峰值点的试验。

AGX 及 TRAPEZIUM 是岛津制作所株式会社在日本和其他国家的商标。

岛津应用云



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：2020 年 6 月