

使用自动引伸计 控制金属材料应变率的拉伸试验

关于金属材料拉伸试验，2009年修订国际标准 ISO 6892 时，以及 2011 年修订日本工业标准 JIS Z2241 时，除了应力速率控制作为将材料加载到屈服点的方法之外，还增加了应变率控制方法（用引伸计测量应变）作为试验项目。伴随着这些变化，对通过应变率控制进行金属材料拉伸试验的要求也越来越高。

在进行应变率控制时，需要使用高精度的引伸计。SIE-560SA 型自动引伸计可以高精度、大范围地检测金属等硬质材料以及塑料等软质材料的伸长量。且可以检测从拉伸试验开始至断裂的整个过程的伸长量，并可以自动完成引伸计夹持臂在试样上的夹持与分离，自动设置标距。

本文为您介绍使用 AGX-100kN 型岛津精密万能电子试验机和 SIE-560SA 型自动引伸计，确认是否可以符合 ISO6892-1:2019 要求的应变率控制的事例。

C. Oya

■ 应变率控制

标准提供了三个应变率水平，如图 1 所示，对应于所需的特性值，并规定了相应范围的应变率如下所示。另外只要没有其他适用要求，建议使用 ※ 符号表示的应变率。

达到上屈服强度或验证强度前的应变率 (V1)

范围 1: $(0.000\ 07 \pm 0.000\ 014)\ s^{-1}$ 或者

范围 2: $(0.000\ 25 \pm 0.000\ 05)\ s^{-1}$ (※)

直至获得下屈服点的平行段推测应变率 (V2)

范围 2: $(0.000\ 25 \pm 0.000\ 05)\ s^{-1}$ (※) 或者

范围 3: $(0.002 \pm 0.000\ 4)\ s^{-1}$

此后，直至断裂时的平行段推测应变率 (V3)

范围 2: $(0.000\ 25 \pm 0.000\ 05)\ s^{-1}$ 或者

范围 3: $(0.002 \pm 0.000\ 4)\ s^{-1}$ 或者

范围 4: $(0.006\ 7 \pm 0.001\ 33)\ s^{-1}$ (※)

应变率下的容许误差范围相当于 $\pm 20\%$ 的数值。本次不计算下屈服点，因此，未使用 V2 的速度，使用了 V1 和 V3 的速度。V1 使用的速度是范围 1 和范围 2 的两种，V3 使用的推荐速度范围 4。其中，在本试验中，速度的切换点是应变 1%。

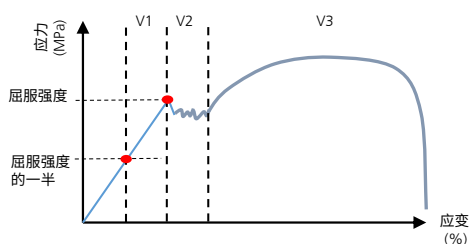


图 1 速度控制示意图

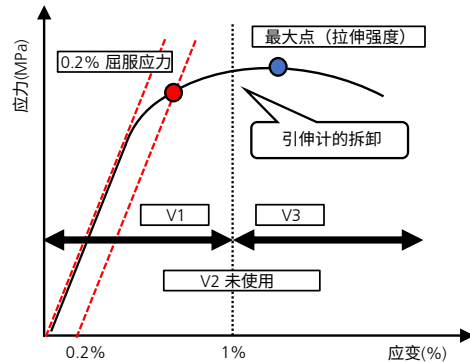


图 2 本试验中的速度控制示意图

表 1 试验速率（应变率控制）

| 试验方法 | V1 应变率 *1 | V3 推测应变率 *2 |
|------|-------------------|------------------|
| ① | $0.000\ 07s^{-1}$ | $0.006\ 7s^{-1}$ |
| ② | $0.000\ 25s^{-1}$ | $(40\%/min)$ |

*1 应变率是指使用引伸计，通过检测试样标距内“单位时间的应变增加量”

*2 *推测应变率是指将试验机十字头的位移作为试验片平行部长度增加量时的“单位时间应变增加量”。

■ 试样和仪器配置

表 2 所示为仪器配置，图 3 所示为试验条件，表 3 所示为试样，图 4 所示为试样的示意图。本试验中使用 5 号试验片进行了检测。

表 2 设备配置

| | |
|-------|------------------|
| 仪器型号 | AGX-100kN |
| 称重传感器 | 100kN |
| 试验夹具 | 气动定位式楔形夹具 |
| 引伸计 | SIE-560SA |
| 软件 | TRAPEZIUM™ X-V 单 |

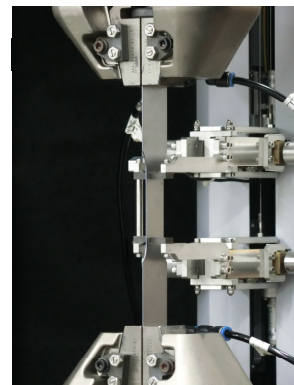


图 3 试验情形

表 3 样品

| | |
|------|------------------|
| 材质 | SPCC |
| 试样形状 | JIS Z 2241 5号試験片 |

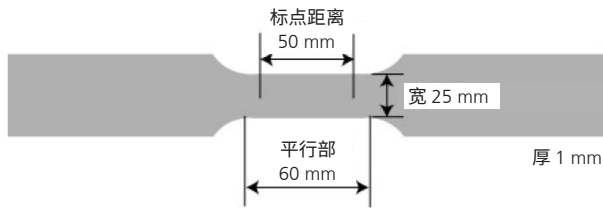


图 4 样品形状

■ 试验结果

表 4 所示为试验结果，图 5 所示为应力 - 应变线状图。采用 ① 或 ② 的试验速度时，检测结果相近。

图 6 所示为应变率、应力 - 应变线状图。ISO 6892 中规定，应变率控制的容许值为 $\pm 20\%$ 。图 6 中，ISO 6892 中规定的应变率控制容许范围 $\pm 20\%$ 的区域标识为黄色，作为参考值， $\pm 10\%$ 的区域标识为红色。结果证实，试验可充分满足应变率控制容许范围 ($\pm 20\%$) 的要求。另外，应变率基本上都在指定速度的 $\pm 10\%$ 以内变化，可以更加准确地控制应变率。

表 4 试验结果

| | | ① | ② |
|-------------------------------------|--|--------|--------|
| 最大试验力 (N) | | 8633.3 | 8600.3 |
| 拉伸强度 (N/mm ²) | | 349.8 | 348.6 |
| 弹性模量 (GPa) | | 189.3 | 185.9 |
| 屈服应力 (0.2% 应力) (N/mm ²) | | 243.5 | 246.4 |

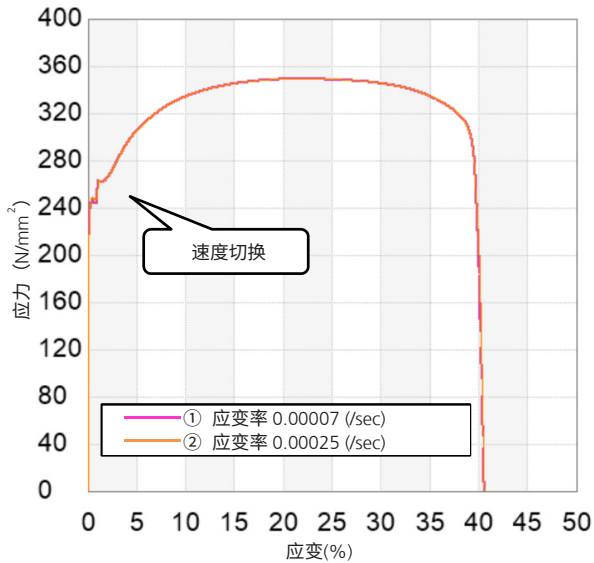


图 5 应力-应变线状图

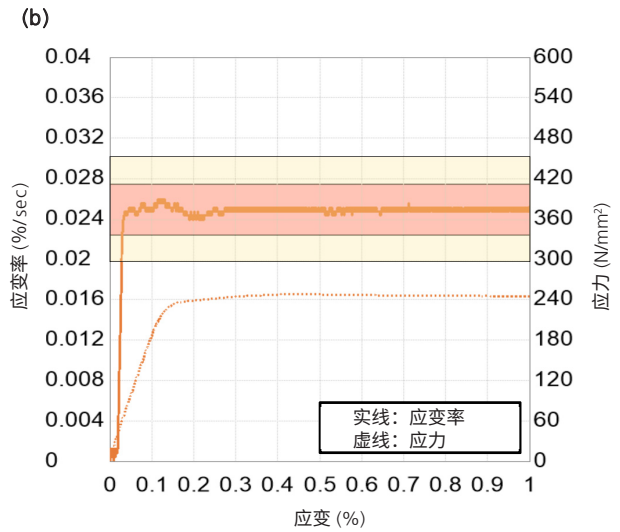
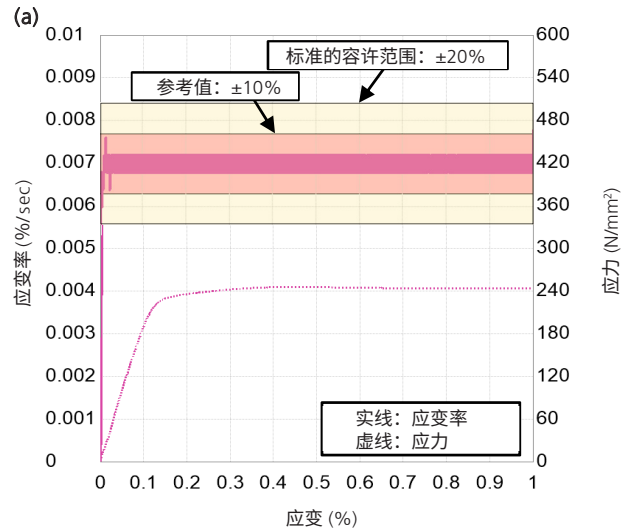


图 6 应变率、应力-应变线状图

(a) 试验方法 ① 应变率 0.00007 (/sec)
(b) 试验方法 ② 应变率 0.00025 (/sec)

■ 结语

通过使用本装置和 SIE-560SA 型自动引伸计，可以将应变率控制在 ISO 6892 规定的应变率 $\pm 20\%$ 的范围内，试验可充分满足标准的要求。

TRAPEZIUM X-V 还增加了图 6 所示的用图表显示“应变率”的功能，检测后可马上确认试验是否符合标准。

另外，本次使用的 SIE-560SA 型自动引伸计可以检测从拉伸试验开始至断裂的整个过程的引伸。无需拆下引伸计即可检测断裂强度，适用于金属材料的拉伸试验。

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 4 月