

橡胶材料的蠕变试验 (JIS K 6273)

橡胶材料具有伸缩性、弹性等机械特性，是与我们生活密切相关的原材料，广泛用于各种工业零件和生活用品，发挥防震、缓冲等作用。合成橡胶，作为主要的橡胶材料，也按不同用途开发出了具有各种特性的产品。因此，对橡胶材料机械特性的评估至关重要。

其中一个需要评估的机械特性就是蠕变性能。蠕变是一种持续施加负载后，样品逐渐变形的现象，在长时间使用的工业零件上，蠕变会导致很多问题。因此，从橡胶材料的用途与使用寿命综合考虑，需要选择合适的材质，并在开发设计阶段就需要掌握橡胶材料的蠕变性能。

本文介绍了一个示例，对氯丁橡胶进行了拉伸试验。该橡胶应用广泛，具有优良的耐候性、耐油性和耐热性。作为代表性的合成橡胶，评估了其蠕变特性。

本试验参考标准 JIS K 6273 (加硫橡胶及热塑性橡胶 - 拉伸永久变形、延伸率及蠕变率的测试方法) 进行，使用岛津精密试验机 Autograph AGX-V 系列。与旧机型相比，本设备的载荷保持性能更优，适用于蠕变试验。

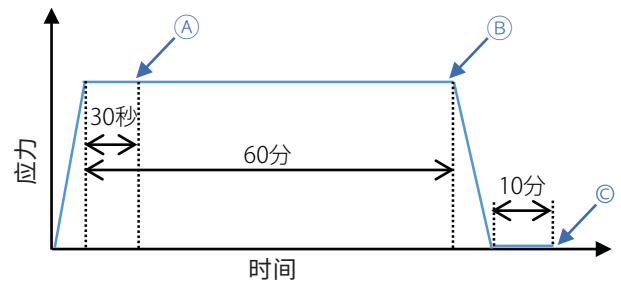
C. Oya

■ 恒定负载拉伸永久变形试验 (JIS K 6273)

表 1 所示为 JIS K 6273 的 6.5 试验项目计算公式，图 1 为蠕变试验的负载模式。本试验中对图 1 所示(A)~(C)刻度间距离进行测量，计算出恒定负载延伸率、蠕变率以及恒定负载拉伸永久变形。

表 1 JIS K 6273 的 6.5 试验项目的计算公式

	计算公式
恒定负载延伸率 E_2 (%)	$E_2 = (L_3 - L_0) / L_0 \times 100$
蠕变率 E_3 (%)	$E_3 = (L_4 - L_3) / (L_3 - L_0) \times 100$
恒定负载拉伸永久变形 E_4 (%)	$E_4 = (L_5 - L_0) / L_0 \times 100$
(备注)	
L_0 (mm): 试验前刻度间距离	
L_3 (mm): 加负载的时间点过了 30 秒后 (A) 的刻度间距离	
L_4 (mm): 加负载的时间点过了 60 分钟后 (B) 的刻度间距离	
L_5 (mm): 在测定长度 L_4 后，将试样从试验装置上卸下，使其收缩过 10 分钟后 (C) 的刻度间距离	



- Ⓐ: 加负载后过 30 秒的时间点
- Ⓑ: 加负载后过 60 分钟的时间点
- Ⓒ: 将试样从试验装置上卸下后过 10 分钟的时间点

图 1 试验的加载模式

■ 样品

表 2 所示为试样信息，图 2 为试样形状，图 3 为试验情况。试样形状依据 JIS K 6273。

表 2 试样信息

材质	氯丁橡胶
试样尺寸	厚: 2.0mm、宽: 4mm、平行部长度: 100mm

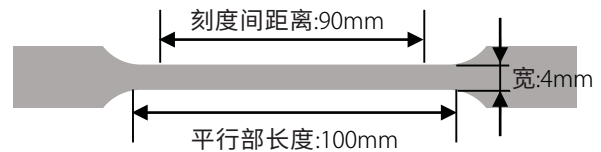


图 2 试样形状



图 3 试验的情况

■ 试验条件和装置

本试验中图 1 的试验加载模式使用 TRAPEZIUMX-V 的控制软件进行控制。表 3 所示为试验条件，图 4 为 TRAPEZIUMX-V 的操作画面（控制试验），表 4 为 TRAPEZIUMX-V 操作画面区域的说明。通过控制试验软件可以将试验条件分步，自由设定试验内容。

表 3 试验条件

试验装置	岛津精密试验机 Autograph AGX-10 kNv
载荷传感器	1 kN
试验夹具	气动平面夹具+单链纹夹齿
引伸计	非接触式引伸计
软件	TRAPEZIUMX-V 控制模块

	エリア1	エリア2	エリア3	エリア4	エリア5
動志	アップ	→	→	ダウン	→
	スローウ	試験力	試験力	試験力	試験力
	100.00			0.500	
	mm/min			N/sec	
次のエリアへの切替点	目標値	ホールド時間	ホールド時間	目標値	ホールド時間
	応力			試験力	
	2.5	30	3600	0.1	600
	N/mm2	sec	sec	N	sec

图 4 TRAPEZIUMX-V 的操作画面（控制试验）

（备注）图中A、B、C对应图 1 中的试验加载模式

另外，本试验中 L5 也为自动测定，因此在不取下试样的情况下计算出了试验力变为 0.1N 后过了 10 分钟之后的刻度间距离。

表 4 TRAPEZIUMX-V 操作画面区域说明

区域 1	以 100 mm/min 速度加载至 2.5 N/mm ²
区域 2	试验力保持 30 秒后，取得位移 (L ₃)
区域 3	试验力保持 3600 秒后，取得位移 (L ₄)
区域 4	以 0.500 N/sec 条件卸载至 0.1 N
区域 5	试验力保持 600 秒后，取得位移 (L ₅)

■ 结果

表 5 所示为试验结果，图 5 为应力—位移图，图 6 为应力—时间图。从图 5 可以发现，在试验力保持期间变形在不断进行，发生了蠕变现象。另外，图 6 中可以发现从应变控制切换到试验力保持（区域 1 到区域 2）的过程很顺畅，应力保持也充分满足标准中要求的 ±0.1 Mpa。

表 5 试验结果

L ₀	(mm)	90.2
L ₃	(mm)	190.5
L ₄	(mm)	199.7
L ₅	(mm)	93.3
恒定负载延伸率 E ₂	(%)	111.1
蠕变率 E ₃	(%)	9.3
恒定负载拉伸永久 E ₄	(%)	3.4

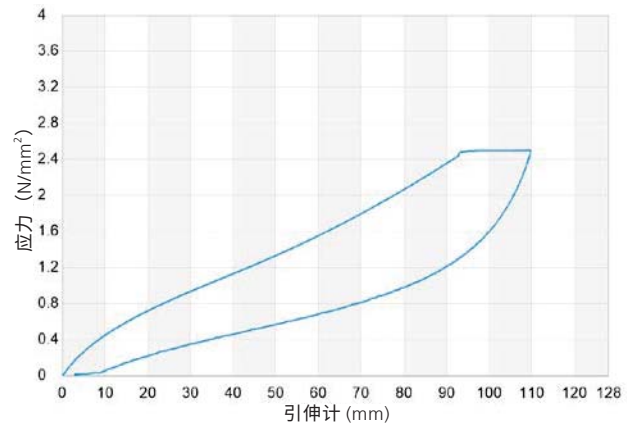


图 5 应力 - 位移图

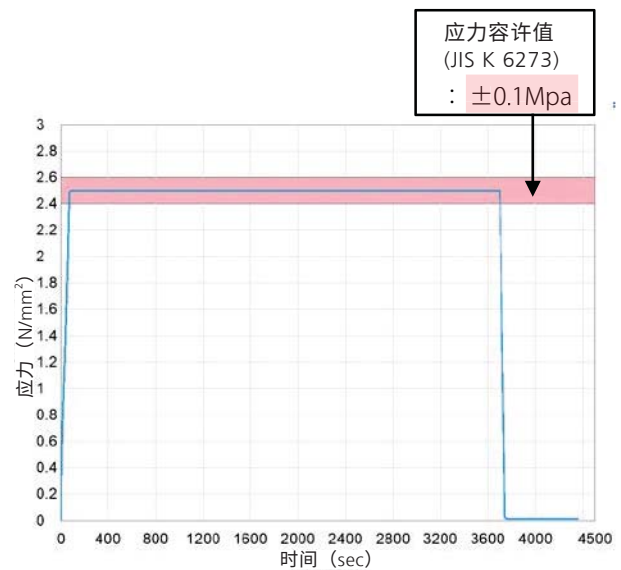


图 6 应力 - 时间图

■ 结论

在软质橡胶材料的蠕变试验中，由于橡胶材料容易变形，因此使用以往的设备测试时，在试验力保持开始点容易出现试验力大幅下降的情况。本次使用的岛津精密试验机 Autograph AGX-V 载荷保持性能有很大提升，橡胶材料的蠕变试验也能够如标准要求一样实施。使用 TRAPEZIUMX-V 软件，再搭载控制模块的话，除了单纯的拉伸试验和压缩试验以外，还可以进行加载、卸载、保持等各种模式的试验。岛津精密试验机 Autograph AGX-V，可按照 JIS K 6273 标准要求，测试橡胶材料的蠕变性能。

AGX 和 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

