

## ゴム材料のクリープ試験 (JIS K 6273)

ゴム材料は伸縮性、弾力性などの特徴的な機械的性質を有しており、防振・緩衝目的を中心として様々な工業部品や生活用品に幅広く使われ大変身近な素材となっています。ゴム材料の大半を占める合成ゴムについても用途に合わせ多種多様な特徴を持つものが開発されています。そのため、ゴム材料の機械的性質を評価することが非常に重要となっています。

評価すべき機械的性質の一つとしてクリープ特性が挙げられます。クリープとは一定の荷重を加えつづけると徐々に変形が進んでいく現象であり、長期間使用する工業部品ではクリープが不具合の原因となるケースも見られます。このように、ゴム材料の使用用途から使用寿命の推定や適格な材質の選定のため、開発設計段階でゴム材料のクリープ特性を把握することが求められます。

今回は耐侯性/耐油性/耐熱性に優れ代表的な合成ゴムとして最も広く使用されているクロロプレンゴムの引張試験を行い、クリープ特性を評価した例をご紹介します。

本試験はJIS K 6273 (加硫ゴム及び熱可塑性ゴム引張永久ひずみ、伸び率及びクリープ率の求め方)を参考に実施し、島津精密試験機オートグラフAGX™-V形を使用しました。本装置では従来機より試験力ホールドの性能が向上しており、クリープ試験にも適しています。

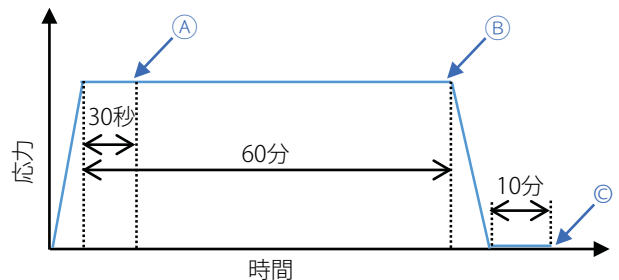
C. Oya

### ■ 定荷重引張永久ひずみ試験 (JIS K 6273)

表1にJIS K 6273の6.5試験項目の算出式、図1にクリープ試験の負荷パターンを示します。本試験では図1に示す(A)~(C)点での標線間距離を測定し定荷重伸び率、クリープ率及び定荷重引張永久ひずみを算出します。

表1 JIS K 6273の6.5試験項目の算出式

	算出式
定荷重伸び率 $E_2$ (%)	$E_2 = (L_3 - L_0) / L_0 \times 100$
クリープ率 $E_3$ (%)	$E_3 = (L_4 - L_3) / (L_3 - L_0) \times 100$
定荷重引張永久ひずみ $E_4$ (%)	$E_4 = (L_5 - L_0) / L_0 \times 100$
(備考) $L_0$ (mm) : 試験前の標線間距離 $L_3$ (mm) : 荷重を与えたときから30秒経過後(A)の標線間距離 $L_4$ (mm) : 荷重を与えたときから60分経過後(B)の標線間距離 $L_5$ (mm) : 長さ $L_4$ の測定に続いて、試験片を試験装置から取り外し収縮させてから10分経過後(C)の標線間距離	



- (A) : 荷重を与えたときから30秒経過時点
- (B) : 荷重を与えたときから60分経過時点
- (C) : 試験片を試験装置から取り外し10分経過時点

図1 試験の負荷パターン

### ■ 試料

表2に試料情報、図2に試料形状、図3に試験の様子を示します。試験片形状はJIS K 6273 に準拠しています。

表2 試料情報

材質	クロロプレンゴム
試料寸法	厚さ:2.0mm, 幅:4mm, 平行部長さ:100mm

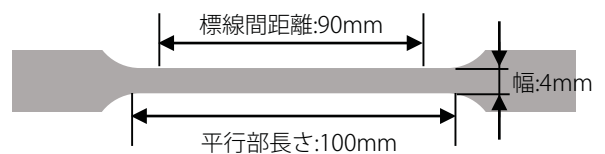


図2 試料形状



図3 試験の様子

## ■試験条件と装置

本試験では図1の試験負荷パターンをTRAPEZIUMX-Vのコントロールソフトを使用して実施しました。表3に試験条件、図4にTRAPEZIUMX-Vの操作画面（コントロール試験）、表4にTRAPEZIUMX-V操作画面のエリアの説明を示します。コントロール試験ソフトでは、試験条件をエリアに分け自由に試験内容を設定できます。

表3 試験条件

試験装置	島津精密試験機オートグラフ AGX-10 kNV
ロードセル	1 kN
試験治具	空気式平面形つかみ具 +片やすり目つかみ歯
変位計	ビデオ式非接触伸び計
ソフトウェア	TRAPEZIUMX-V コントロール

	エリア1	エリア2	エリア3	エリア4	エリア5
動差	アップ	→	→	ダウン	→
ストローク	100.00	試験力	試験力	0.500	試験力
	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
	2.5	30	3600	0.1	600
	N/mm2	sec	sec	N	sec

図4 TRAPEZIUMX-Vの操作画面（コントロール試験）

（備考）図中①、②、③は図1試験の負荷パターンと対応しています。また本試験ではL<sub>3</sub>も自動で測定するため、試験片を取り外さず試験力が0.1Nになってから10分経過後の標線間距離を算出しています。

表4 TRAPEZIUMX-V操作画面のエリアの説明

エリア1	100 mm/minで2.5 N/mm <sup>2</sup> まで負荷
エリア2	試験力を30 sec保持後、変位(L <sub>3</sub> )を取得
エリア3	試験力を3600 sec保持後、変位(L <sub>4</sub> )を取得
エリア4	0.500 N/secで試験力0.1 Nまで除荷
エリア5	試験力を600 sec保持後、変位(L <sub>5</sub> )を取得

## ■結果

表5に試験結果、図5に応力-変位グラフ、図6に応力-時間グラフを示します。図5より試験力を保持している間に変形がすすみ、クリープ現象が生じていることがわかります。また、図6よりストローク制御から試験力ホールドへの切り替え（エリア1からエリア2）がスムーズに実施され、応力ホールドも規格に示されている±0.1 Mpaを十分に満たしていることがわかります。

表5 試験結果

L <sub>0</sub>	(mm)	90.2
L <sub>3</sub>	(mm)	190.5
L <sub>4</sub>	(mm)	199.7
L <sub>5</sub>	(mm)	93.3
定荷重伸び率 E <sub>2</sub>	(%)	111.1
クリープ率 E <sub>3</sub>	(%)	9.3
定荷重引張永久ひずみ E <sub>4</sub>	(%)	3.4

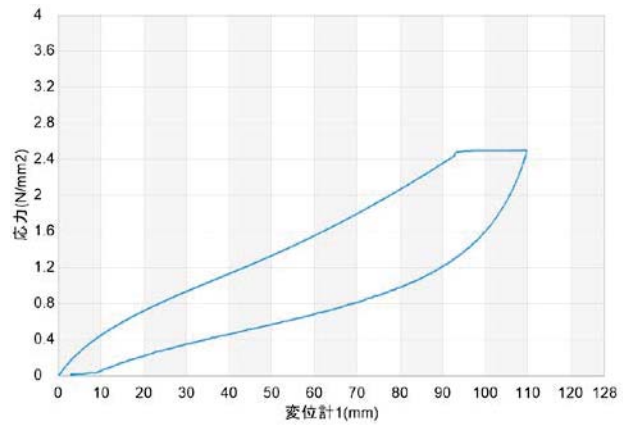


図5 応力-変位グラフ

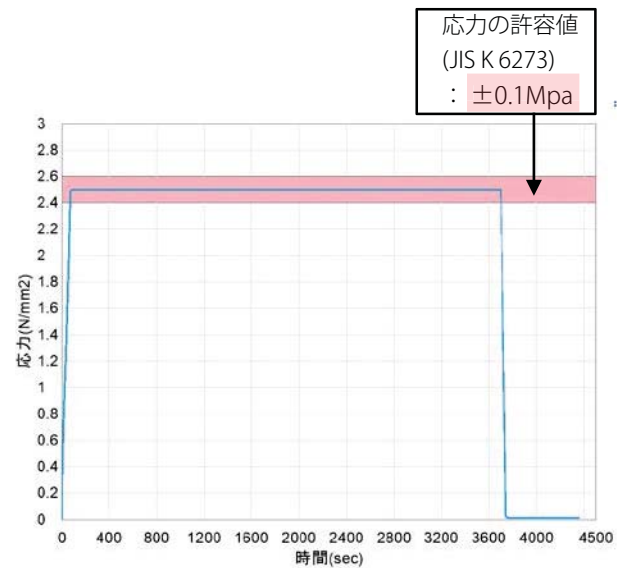


図6 応力-時間グラフ

## ■まとめ

軟質なゴム材料のクリープ試験ではゴム材料が変形しやすいため、従来の装置では試験力保持開始点で大きな試験力の低下が見られました。今回使用した島津精密試験機オートグラフAGX-Vでは試験力ホールドの性能も向上しており、ゴム材料のクリープ試験も規格の通りに実施できます。またソフトウェアTRAPEZIUMX-Vでコントロールソフトを搭載すると、単純な引張試験や圧縮試験に加え複雑な負荷パターンで試験を行うことができます。島津精密試験機オートグラフAGX-Vは規格JIS K 6273に則ったゴム材料のクリープ特性の把握に適しています。

AGXおよびTRAPEZIUMIは、株式会社島津製作所の日本およびその他の国における商標です。