

## 自動伸び計を用いた 金属材料のひずみ速度制御による引張試験

金属材料引張試験の国際標準規格である ISO 6892 が 2009 年に、日本工業規格である JIS Z2241 が 2011 年に改定された際に、材料の降伏点までの荷荷方法として「応力速度制御方式」に加えて「ひずみ速度制御方式（伸び計でひずみを計測）」が試験項目のひとつとして追加されています。これに伴い、現在ではひずみ速度制御による金属材料の引張試験を行う要望が増加しています。

このひずみ速度制御を行うには高精度の伸び計が必要です。自動伸び計 SIE-560SA は金属などの硬質材料や、プラスチックなどの軟質材料の伸びを高い精度で広範囲に測定できます。引張試験の開始から破断まで、全領域の伸びを測定でき、さらに伸び計アームの試験片への自動着脱、標点間距離の自動設定が行えます。

ここでは島津精密試験機オートグラフ AGX™-100 kNv と自動伸び計 SIE-560SA を使用し、ISO6892-1:2019 に対応したひずみ速度制御が行えるかについて確認を行った事例を紹介いたします。

C. Oya

### ■ ひずみ速度制御

規格では求めたい特性値に対して図 1 に示すように 3 段階の速度があり、それぞれ次の速度が指定されています。なお、他に規定がない限り、※をつけた速度が推奨されます。

上降伏・耐力を得るまでのひずみ速度 (V1)

範囲 1:  $(0.000\ 07 \pm 0.000\ 014)\ s^{-1}$  または

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

下降伏点を得るまでの平行部の推定ひずみ速度 (V2)

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

範囲 3:  $(0.002 \pm 0.000\ 4)\ s^{-1}$

その後破断を得るまでの平行部の推定ひずみ速度 (V3)

範囲 2:  $(0.000\ 25 \pm 0.000\ 05)\ s^{-1}$  または

範囲 3:  $(0.002 \pm 0.000\ 4)\ s^{-1}$  または

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

それぞれの速度における許容範囲は±20%の数値に相当します。今回は下降伏点を求めないため V2 の速度は使用せず、V1 と V3 の速度を使用しました。V1 について範囲 1 と範囲 2 の 2 種、V3 については推奨速度である範囲 4 を使っています。なお、本試験での速度の切り替え点はひずみ 1% としました。

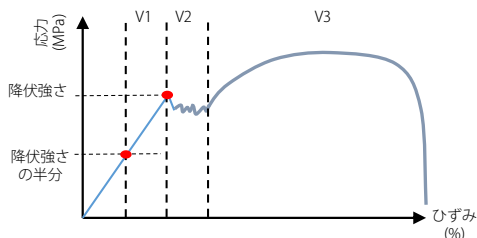


図 1 速度制御イメージ

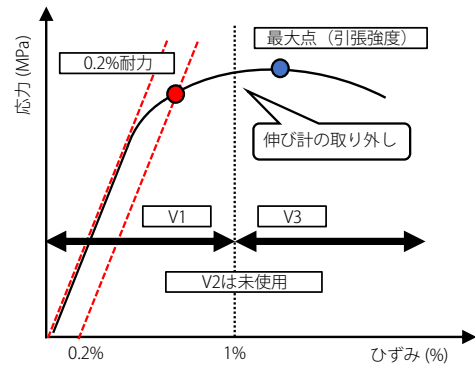


図 2 本試験での速度制御イメージ

表 1 試験速度 (ひずみ速度制御)

試験方法	V1	V3
	ひずみ速度*1	推定ひずみ速度*2
①	$0.000\ 07\ s^{-1}$	$0.006\ 7\ s^{-1}$
②	$0.000\ 25\ s^{-1}$	$(40\%/min)$

\*1 ひずみ速度とは、伸び計を用いた試験片の標点間距離の変位から測定される「単位時間当たりのひずみの増加分」です。

\*2 推定ひずみ速度とは、試験機クロスヘッドの変位を試験片平行部長さのひずみ増分としたときの「単位時間当たりのひずみの増分」です。

### ■ 試料と装置構成

表 2 に装置構成、図 3 に試験の様子、表 3 に試料、図 4 に試料の模式図を示します。本試験では 5 号試験片を用いて測定しました。

表 2 装置構成

試験装置	AGX-100 kNv
ロードセル	100 kN
試験治具	空気式定位置き型つかみ具
変位計	引張り自動伸び計 SIE-560SA
ソフトウェア	TRAPEZIUM™ X-V シングル

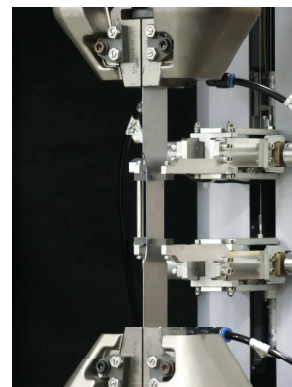


図 3 試験の様子

表3 試料

材質	SPCC
試料形状	JIS Z 2241 5号試験片

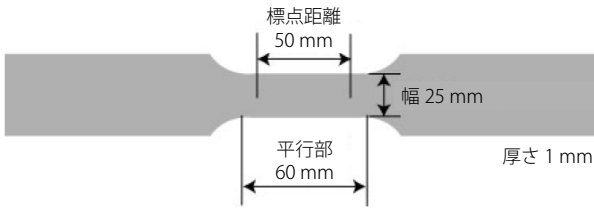


図4 試料の模式図 (JIS Z 2241 5号試験片)

## ■ 試験結果

表4に試験結果、図5に応力-ひずみ線図を示します。①と②いずれの試験速度でも測定結果は近い値となりました。

図6にひずみ速度、応力-ひずみ線図を示します。ISO 6892ではひずみ速度制御の許容範囲は±20%と規定されています。図6ではISO 6892で規定されたひずみ速度制御の許容範囲±20%の領域を黄色で、参考値として±10%の領域を赤色で示しています。ひずみ速度制御の許容範囲(±20%)を十分に満足し試験を実施できました。またひずみ速度はほとんどが指定速度の±10%内で推移しており、より正確にひずみ速度制御を実施できていることが分かります。

表4 試験結果

		①	②
最大試験力	(N)	8633.3	8600.3
引張強度	(N/mm <sup>2</sup> )	349.8	348.6
弾性率	(GPa)	189.3	185.9
耐力 (0.2%応力)	(N/mm <sup>2</sup> )	243.5	246.4

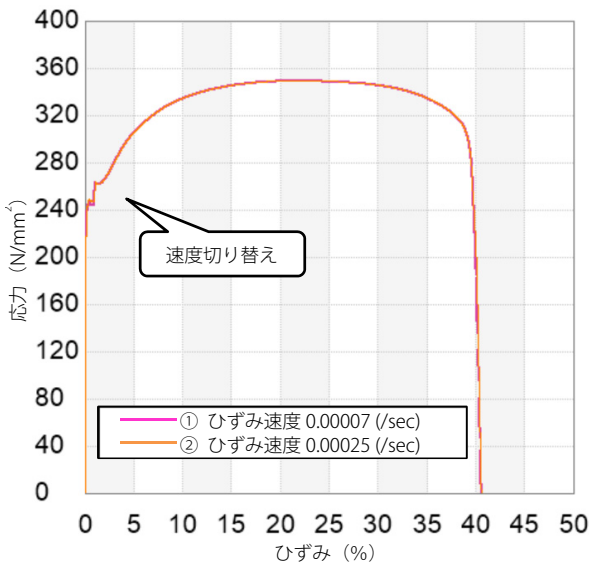


図5 応力-ひずみ線図

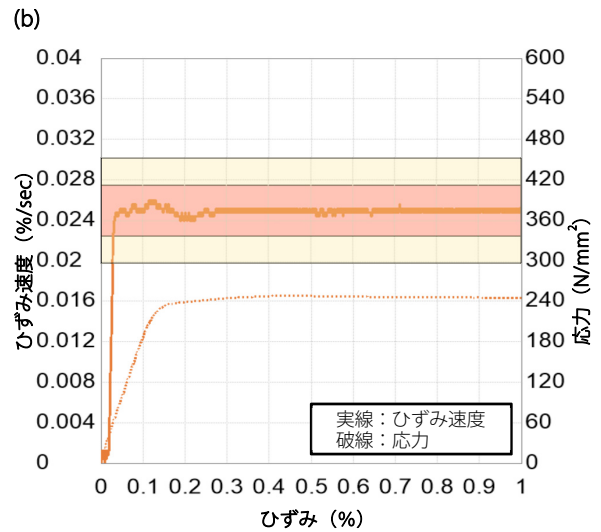
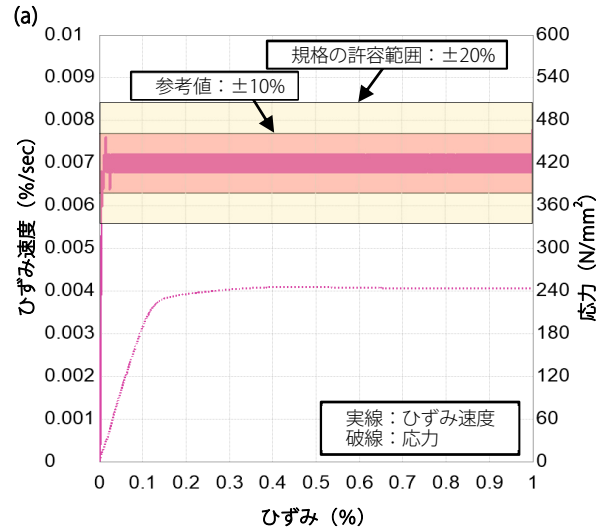


図6 ひずみ速度、応力-ひずみ線図

- (a) 試験方法① ひずみ速度 0.00007 (/sec)  
(b) 試験方法② ひずみ速度 0.00025 (/sec)

## ■ 終わりに

本装置と自動伸び計 SIE-560SA を用いると、ISO 6892 で規定されているひずみ速度±20%の範囲でひずみ速度制御が可能であり、規格を十分に満足して試験が可能です。

TRAPEZIUM X-V では、図6のように「ひずみ速度」をグラフ表示できる機能が追加され、規格に沿った測定が実施できていることを測定直後に確認できます。

また、今回使用した自動伸び計 SIE-560SA は、引張試験の開始から破断まで全領域の伸びを測定できます。伸び計を取り外す手間なく破壊強度を測定できるため、金属材料の引張試験に適しています。

AGX および TRAPEZIUM 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。

株式会社 島津製作所

分析計測事業部  
グローバルアプリケーション開発センター

初版発行：2020年4月

島津コールセンター ☎0120-131691  
(075) 813-1691

※本資料は発行時の情報に基づいて作成されており、予告なく改訂することがあります。  
改訂版は下記の会員制 Web Solutions Navigator で閲覧できます。

<https://solutions.shimadzu.co.jp/solnavi/solnavi.htm>

会員制情報サービス「Shim-Solutions Club」にご登録ください。

<https://solutions.shimadzu.co.jp/>

会員制 Web の閲覧だけでなく、いろいろな情報サービスが受けられます。