

ノート

金属材料引張試験における耐力測定の不確かさ評価の検討

鈴木 悠矢*¹⁾ 樋口 英一*²⁾ 櫻庭 健一郎*¹⁾ 松原 独歩*¹⁾

Study on uncertainty of proof stress in tensile test for metallic materials

Yuya Suzuki*¹⁾, Eiichi Higuchi*²⁾, Kenichiro Sakuraba*¹⁾, Doppo Matsubara*¹⁾

キーワード：引張試験，耐力，不確かさ

Keywords：tensile test, proof stress, uncertainty

1. はじめに

ISOやJISの普及，ものづくりのグローバル化などにより，試験事業者にとって試験結果の信頼性向上は必須項目となってきた。高い信頼性を外部に発信する方法として，試験事業者登録制度（JNLA）への登録や，計量法校正事業者登録制度（JCSS）における計測機器の校正がある。しかし，都産技研では金属材料引張試験においてJNLAに登録していないのが現状である。また，これらの登録制度に関する国際規格はISO/IEC 17025（JIS Q 17025）⁽¹⁾であり，この規格の要求事項に適合するためには，計測機器のトレーサビリティを確保すると同時に不確かさ評価を行い，試験・校正の信頼性や適合性を評価する必要がある。

そこで本研究では，今後JNLAへ登録することを目標に，金属材料引張試験における「耐力」の不確かさの要因を調査し，その評価方法を検討した。

2. 調査対象

2.1 規格 金属材料の引張試験における適用範囲規格は，JIS Z 2201⁽²⁾，JIS Z 2241⁽³⁾に規定されている試験とした。

2.2 試験片 今回の不確かさ要因を調査する試験片は，JIS Z 2201に規定されている図1に示す試験片（5号試験片）とした。試験片の材質はSUS304とした。

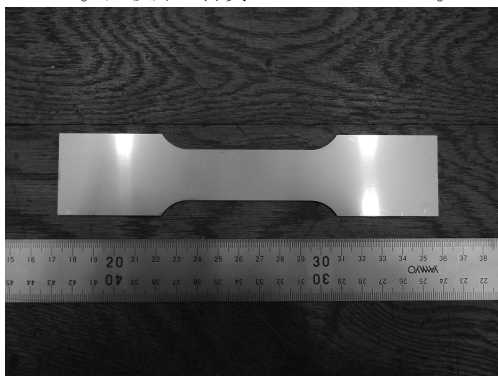


図1. 評価対象試験片

3. 不確かさの要因抽出

耐力とはすなわち応力（ σ ）である。その計算式

$$\sigma = \frac{F}{A} \dots\dots\dots(1)$$

より，不確かさの要因は大別すると，力（ F ）の不確かさおよび原断面積（ A ）の不確かさとなる。

3.1 力の不確かさ 力の不確かさ，すなわち力測定の不確かさは，試験機の校正の不確かさ，測定のばらつきによる不確かさ，およびひずみ測定に起因する不確かさに分けられる。

さらに，ひずみ測定に起因する不確かさは，測定に用いるアンプやひずみゲージの精度，測定のばらつきによる不確かさ，およびオフセット線の引き方による不確かさに分けられる。ただし，「オフセット線の引き方」は，初期直線部決定の手法を明確にする⁽⁴⁾ことにより，そのばらつきをなくすることができる。したがって，「オフセット線の引き方」は不確かさの要因から除外した。要因を減らすことで，不確かさ算出の簡略化が期待できる。

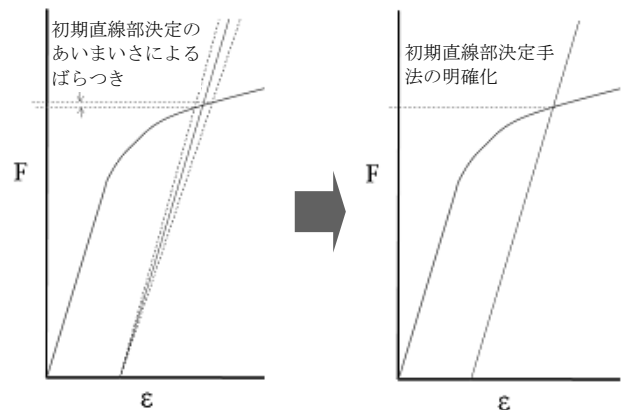


図2. 「オフセット線の引き方」の除外

3.2 原断面積の不確かさ 原断面積とはすなわち試験片の幅（ W ）と厚さ（ T ）の積

$$A = WT \dots\dots\dots(2)$$

であるから，原断面積の不確かさは長さ測定の不確かさで

*¹⁾ 実証試験セクター
*²⁾ 城南支所

あるといえる。そして、長さ測定の不確かさは、測定機器の校正の不確かさ、および測定の際のばらつきによる不確かさに分けられる。

3.3 特性要因図 上記のように抽出した要因を、図3のように特性要因図にまとめた。

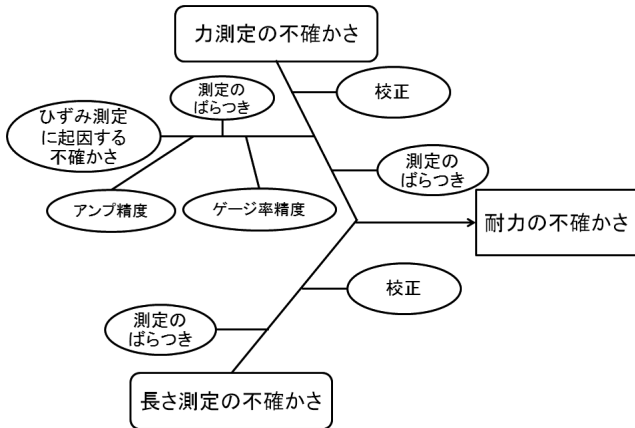


図3. 特性要因図

4. 不確かさの評価

図3のように抽出した要因に対して、不確かさを計算し、それらを合成することで耐力の不確かさを算出した。算出結果を表1に示す。表中のタイプは、Aが統計的に解析可能なもの、Bがそれ以外のものである。不確かさの算出は、文献(5)を参照した。

表1. 不確かさ算出結果

不確かさ成分	不確かさの要因	タイプ	相対標準不確かさ %		
u_F	力測定の不確かさ		3.1		
	$u_{F,cal}$	試験機の校正	B	0.09	
	$u_{F,rep}$	測定の際のばらつき	A	0.85	
	$u_{F,\epsilon}$	ひずみ測定に起因する不確かさ		3.0	
		u_V	測定の際のばらつき	A	0.46
		u_a	アンブ精度	B	0.58
	u_K	ゲージ率精度	B	0.58	
u_T	長さ測定の不確かさ		0.23		
	$u_{T,cal}$	測長器の校正	B	0.11	
	$u_{T,rep}$	測定の際のばらつき	A	0.21	
u_W	幅測定の不確かさ		0.16		
	$u_{W,cal}$	測長器の校正	B	0.10	
	$u_{W,rep}$	測定の際のばらつき	A	0.12	
合成標準不確かさ			3.1		

4.1 力測定の不確かさ 力測定の不確かさ u_F のうち、試験機の校正の不確かさ $u_{F,cal}$ は校正業者が提出する試験機の校正証明書の値から求め、測定の際のばらつきによる不確かさ $u_{F,rep}$ は試験の実測値から求めている。また、ひずみ測定に起因する不確かさ $u_{F,\epsilon}$ は、ひずみ測定の実測値から求めた測定の際のばらつきによる不確かさ u_V と、メーカーのカタログ値から求めたアンブおよびゲージ率精度の不確かさ u_a 、 u_K を合成し、ひずみと力の関係から力の不確かさに変換することで求めている。

このようにして求めた $u_{F,cal}$ 、 $u_{F,rep}$ 、 $u_{F,\epsilon}$ を合成して、力測定の不確かさ u_F とした。

4.2 長さ測定の不確かさ 長さ測定の不確かさ u_T 、 u_W のうち、測長器の校正の不確かさ $u_{T,cal}$ 、 $u_{W,cal}$ は校正業者が

提出する測長器の校正証明書の値から求め、測定の際のばらつきによる不確かさ $u_{T,rep}$ 、 $u_{W,rep}$ は測定の実測値から求めている。

このようにして求めた $u_{T,cal}$ および $u_{T,rep}$ 、 $u_{W,cal}$ および $u_{W,rep}$ をそれぞれ合成して、長さ測定の不確かさ u_T 、 u_W とした。

4.3 合成標準不確かさ 以上のように求めた u_F 、 u_T 、 u_W を合成して、合成標準不確かさとした。算出された不確かさは、相対標準不確かさで3.1%であり、ISO6892 付属書Jに記載されている、耐力の不確かさ予想値2%⁽⁶⁾を超えた。大部分がひずみ測定に起因する不確かさであるので、ひずみの測定方法に伸び計を用いるなど、より高精度にひずみを測定できる手法への変更が望ましい。

4.4 試験環境の不確かさ 試験環境の不確かさは、試験片の断面積測定における測長器および試験片の熱膨張などが考えられる。しかし、試験温度範囲は、JIS Z 2241に10~35℃と規定されており、この範囲内で試験を行えば不確かさはほとんど無視できる。ただし、新本部移転後に試験室の温度推移を測定し、規定の温度範囲内に入っているかを確認する必要がある。

5. まとめ

本研究では、金属材料引張試験における「耐力」の不確かさの要因を調査し、その評価方法を検討した。

その結果、不確かさ要因として、「オフセット線の引き方」を除外し、不確かさの算出を簡略化した。

ただし、算出された不確かさは、相対標準不確かさで3.1%であり、ISO6892 付属書Jに記載されている、耐力の不確かさ予想値2%を超えた。ひずみ測定に起因する不確かさが比較的大きいため、ひずみの測定方法に伸び計を用いるなど、より高精度にひずみを測定できる手法を検討する必要がある。

今後は、本研究で得られた不確かさの特性要因図や計算方法をもとに、さらに耐力測定の不確かさ評価方法について検討し、JNLA 登録を目指す。

(平成23年5月20日受付、平成23年6月13日再受付)

文献

- (1) JIS Q 17025 (2000), 試験所及び校正機関の能力に関する一般要求事項
- (2) JIS Z 2201 (1998), 金属材料引張試験片
- (3) JIS Z 2241 (1998), 金属材料引張試験方法
- (4) 松原独歩他: 「金属材料の耐力評価法における問題点の定量的把握」, 東京都立産業技術研究センター研究報告, 第5号(2010)
- (5) 飯塚幸三: 「計測における不確かさの表現ガイド」, 財団法人日本規格協会(2000)
- (6) 財団法人日本適合性認定協会: 「JAB NOTE 2」(2000)