

金属材料引張試験における不確かさの検討

樋口 英一*¹⁾ 櫻庭 健一郎*²⁾ 中西 正一*²⁾

Study on uncertainty of tensile test for metallic materials

Eiichi Higuchi*¹⁾, Kenichiro Sakuraba*²⁾, Shoichi Nakanishi*²⁾

キーワード：引張試験，不確かさ

Keywords：tensile test, uncertainty

1. はじめに

試験事業者には，ISO 9000 ファミリーの普及やものづくりのグローバル化などにより信頼性の高い試験が要求されている。また，企業はものづくりの質をアピールする方法として，JIS 法に基づく試験事業者登録制度（JNLA）における日本工業規格（JIS）の試験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り，日本でも広く普及している。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。本研究では，お客様の利用度が高い金属材料の引張試験における「引張強さ」の不確かさの要因を調査し，技術相談や試験研究業務の信頼性向上を図ると共に不確かさを含む試験評価方法を検討する。

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する。

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 に示す試験片とした。



図 1. 評価対象試験片

3. 不確かさ要因

金属材料引張試験で行われる引張強さの不確かさは応力の不確かさと仮定する。不確かさ要因は，主に試験機の示す力の不確かさ及び試験片の断面積の不確かさとなる。

3.1 試験機の示す力の不確かさ 試験機の示す力の不確かさの算出方法は2つの方法がある(4)。1つは，JIS B 7721 (5) に示された許容差項目を全て不確かさ成分とする方法である。もう1つは，ISO に準拠した考え方で繰返し誤差と分解能を不確かさ成分として取り上げるものである。今回は，前者の方法を拠って不確かさを算出する。試験機は，JIS B 7721 に準じて1年毎のJCSS校正を実施している。従って，JCSS校正証明書に記載されている不確かさをそのまま引用することもできるが，校正の都度不確かさを見直す必要が生じる。そこで，JIS B 7721 による等級1級の試験機を使用する試験と仮定し，JIS B 7721 による許容差の項目1級の最大許容値を不確かさとする。そうすることで過大評価の恐れもあるが，毎年不確かさを見直す必要がない。試験機の示す力の不確かさは，JIS B 7721 に示された許容差の項目である最大指示誤差，相対繰返し誤差，相対往復誤差，零点誤差及び相対分解能をすべて不確かさ成分とする。不確かさ評価結果を表 1 に示す。

表 1. 試験機の示す力の不確かさ

項目	最大 指示誤差	相対 繰返し誤差	相対 往復誤差	零点 誤差	相対 分解能	試験機の 不確かさ
最大許容値	±1.0	1	±1.5	±0.1	0.5	
短形分布の幅	2	1	3	0.2	0.5	
各誤差の 標準偏差	0.58	0.29	0.87	0.06	0.14	1.09

3.2 試験片の断面積の不確かさ 試験片の断面積の不確かさは，以下のように評価した。

(1) ノギス，マイクロメータの不確かさ 測長に用いるノギス又はマイクロメータの持つ不確かさは，JCSS校正証明書に記載されている不確かさを引用する。表 2 にノギス及びマ

*1) 城南支所

*2) 技術経営支援室

イクロメータの不確かさの例を示す。

表 2. ノギス及びマイクロメータの不確かさ

種類	校正範囲	不確かさ (k=2)	種類	校正範囲	不確かさ (k=2)
マイクロメータ	25mm 以下	0.3 μm	ノギス	150mm 以下	0.02mm

(2) 試験片の断面積の不均一性による不確かさ JIS Z 2241 には試験片平行部の最低 3 箇所での測定が定められている。実際の数箇所での測定から最大値と最小値の差の矩形分布を仮定して算出することができる。また、JIS Z 2201 には最大値と最小値の差について許容値が定められている。円形断面（棒状試験片）の最大値と最小値の許容差が表 3 のように規定されている。上記のように実際の測定から算出することもできるが、実際の測定では表 3 の許容差内に入っていることだけを確認し、その不確かさは表 3 からそれぞれの径 r の試験片の許容差 a の矩形分布を仮定して算出する法もある。

表 3. 円形断面（棒状試験片）の許容差 (JIS Z 2201)

単位：mm

径 r	許容差 a
$3 < r \leq 6$	0.03
$6 < r \leq 18$	0.04
$18 < r$	0.05

4. 試験環境

試験温度範囲は、JIS Z 2241 に 10~35 °C と規定されている。試験環境による不確かさは、断面積の測定におけるノギス、マイクロメータ及び試験片の熱膨張が考えられる。しかし、10~35 °C で試験を行えばほとんど無視できると仮定できるが、実際に城南支所の試験室ではどのような環境で試験を行っているかを確認した。環境測定は、平成 21 年 7 月~21 年 12 月まで行い、まとめた結果を表 4、図 2 に温度変化推移及び図 3 に湿度変化推移を示す。

表 4. 試験室の環境測定結果

試験室温度：°C			
最大値	最小値	平均値	不確かさ
23.1	22.8	23.0	±0.2
試験室湿度：% r h			
最大値	最小値	平均値	不確かさ
50.1	49.9	50.0	±0.8



図 2. 温度変化推移

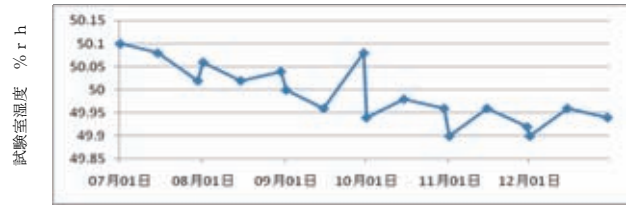


図 3. 湿度変化推移

5. まとめ

金属材料の引張試験における「引張強さ」の不確かさの要因を調査した。城南支所の試験室においては JIS Z 2241 に定められた温度範囲 10~35°C 内で試験を行っていることが確認できた。

不確かさ要因としては、試験機の示す力の不確かさを JIS B 7721 による等級 1 級の試験機の最大許容値を不確かさとして評価したが、常に 1 級の許容値に入っていることを確認しなら試験を行うことで、この不確かさ評価が有効なものとなる。試験機の維持管理体制を効率的に整える課題が残ると同時に試験機の校正周期内の経年変化による要因も評価する必要がある。

試験片の断面積の不確かさについては、ノギス、マイクロメータの不確かさと試験片の断面積の不均一性を評価した。今回は検討していないが、ノギスで試験片の径を測定する場合の測定者によるばらつき（人的要因）についても評価する必要がある。

今後、金属材料の引張試験に関して標準供給体制を整備するため、国際的共通評価手法である試験の不確かさ評価を行い、JIS 法に基づく試験事業者登録制度 (JNLA) の登録を目指す。そして、技術相談、依頼試験の信頼性向上を図ると共に不確かさ評価を含む試験方法のノウハウを還元し、試験証明書発行によって都内中小企への普及を目標としている。

(平成 22 年 6 月 30 日受付, 平成 22 年 10 月 20 日再受付)

文 献

- (1) JIS Q 17025 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 金属材料引張試験片
- (3) JIS Z 2241 金属材料引張試験
- (4) 財団法人日本適合性認定協会, JAB NOTE2
- (5) JIS B 7721 引張試験・圧縮試験機一力計測系の校正・検証方法