

## ノート

## 金属材料の耐力評価法における問題点の定量的把握

松原 独歩<sup>\*1)</sup> 櫻庭 健一郎<sup>\*1)</sup> 西川 康博<sup>\*2)</sup>

## Quantitative grasp of problems in the proof stress evaluation method of metallic materials

Doppo Matsubara<sup>\*1)</sup>, Kenichiro Sakuraba<sup>\*1)</sup>, Yasuhiro Nishikawa<sup>\*2)</sup>

キーワード：金属材料，耐力，弾性率

Keywords：Metallic materials, Proof stress, Elastic modulus

## 1. はじめに

金属材料の機械的特性において0.2%耐力，弾性率を適切に評価する事は，構造物などを設計する際に重要である。これらの値のうち，0.2%耐力を算出する耐力評価法は，JISZ2241<sup>(1)</sup>によって規定されている。

0.2%耐力の算出方法は図1のように，①応力-ひずみ関係における弾性であると判断される任意の点の傾き（弾性率）を決定し直線を引く，②①で決定した直線を0.2%ひずみまでオフセットする，③オフセットした直線と応力-ひずみ関係の交点を0.2%耐力，としている。

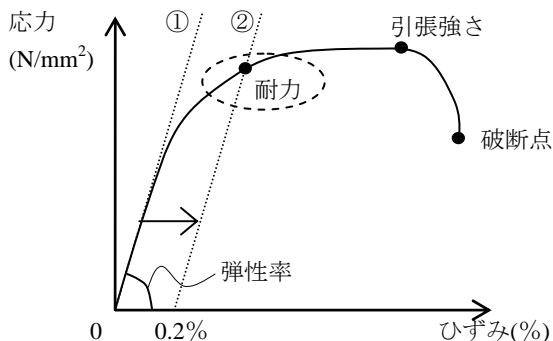


図1. 耐力の算出方法

ここで，図の①のように，弾性率の評価には，設定基準が明確に定義されていない。従って，様々な金属材料において，材料個々に評価者が弾性率の設定方法を任意に決定する事となり，評価者によって0.2%耐力，弾性率が変動する事が考えられる。そのため例えば，ひずみAとひずみBを結び弾性率を設定し耐力を算出する，といった任意でなく統一的で明確な評価法が必要であるとする。

そこで，本研究では，この耐力評価法の問題点を明確にする事を目的とし，金属材料引張試験において，この耐力評価法でどのくらい0.2%耐力および弾性率の値がばらつくのかを定量的に検討することを目的とする。

## 2. 実験方法

本研究では，金属材料3種類について，JISZ2241に準ずる試験法にて引張試験を実施した。試験片は，主に機械・建設などの産業において多く流通している，アルミニウム合金（A5052），ステンレス（SUS304），銅合金（C5191）の計3種類で，アルミニウム合金およびステンレスをそれぞれ15体，銅合金を10体とした。試験片形状はJISZ2201の5号試験片を用い，ひずみおよび荷重のサンプリング周波数を20Hzとした。また，ひずみ値は，ひずみゲージを試験片片側中央部に貼り付け， $1 \times 10^4 \mu\epsilon$ までの計測とした。図2に試験方法を示す。



図2. 試験方法

## 3. 結果及び考察

3.1 応力-ひずみ関係 図3に応力-ひずみ関係の一例を示す。アルミニウム合金については約 $2500 \mu\epsilon$  (0.25%)，銅合金は約 $3000 \mu\epsilon$  (0.3%)，ステンレスは約 $1000 \mu\epsilon$  (0.1%)まで安定的な直線勾配をそれぞれ示している。

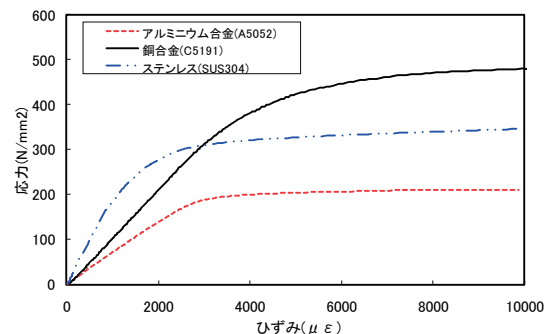


図3. 応力-ひずみ関係

\*1) 技術経営支援室

\*2) 電子・機械グループ

3.2 ひずみと弾性率の関係 図4にひずみと弾性率の関係の一例を示す。ここで、弾性率は、データノイズを取り除き、サンプリングデータ 5 個分のデータ平均値より算出した。

アルミニウム合金については、ひずみ値約 200 $\mu\epsilon$  (0.02%) まで弾性率は不安定な挙動を示しており、約 200 $\mu\epsilon$  (0.02%) から約 600 $\mu\epsilon$  (0.06%) においてはほぼ一定であった。銅合金は約 800 $\mu\epsilon$  (0.08%) まで不安定な挙動であり、約 800 $\mu\epsilon$  (0.08%) から 1500 $\mu\epsilon$  (0.15%) までほぼ一定であった。ステンレスは、約 600 $\mu\epsilon$  (0.06%) まで不安定な挙動であり、約 600 $\mu\epsilon$  (0.06%) から約 1100 $\mu\epsilon$  (0.11%) までほぼ一定であった。

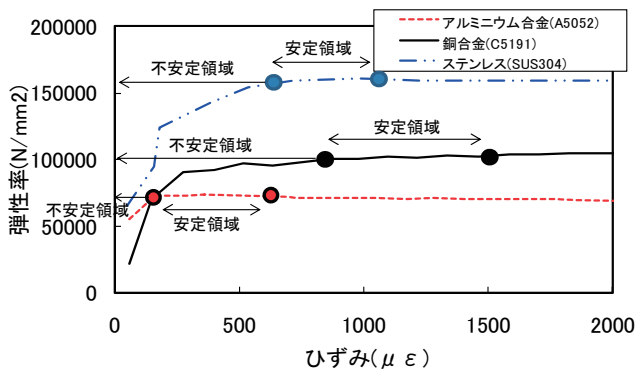


図 4. ひずみと弾性率の関係

3.3 ひずみと 0.2%耐力の関係 図5にひずみと 0.2%耐力の関係の一例を示す。ここで、0.2%耐力は、弾性率同様、データノイズを取り除き、サンプリングデータ 5 個分のデータ平均値より算出した。

アルミニウム合金およびステンレスについては、ひずみ値約 200 $\mu\epsilon$  (0.02%) まで 0.2%耐力は不安定な挙動を示しており、約 200 $\mu\epsilon$  (0.02%) から約 2000 $\mu\epsilon$  (0.2%) までほぼ一定であった。約 200 $\mu\epsilon$  (0.02%) までおよびそれ以降の 0.2%耐力の変動は 1~4N/mm<sup>2</sup>であったが、この変動は、設計においては安全率を考慮することから大きな影響はないと考えられる。一方、銅合金は約 500 $\mu\epsilon$  (0.08%) まで不安定な挙動であり、約 500 $\mu\epsilon$  (0.08%) から約 2000 $\mu\epsilon$  (0.15%) までほぼ一定であった。

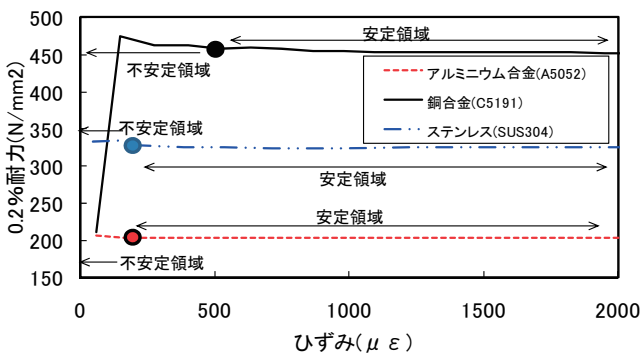


図 5. ひずみと 0.2%耐力の関係

3.4 材料別耐力評価法 前述の 3.2, 3.3 節から、0.2%耐力および弾性率が安定的に得られる領域が、材料毎に異なる事が解った。そこで、材料毎の耐力評価法を本研究で得られた結果から以下のように定義する。図 6 に概略図を示す。

1) アルミニウム合金 (A5052)

200 $\mu\epsilon$  (0.02%) と 600 $\mu\epsilon$  (0.06%) の間の任意の 2 点より直線勾配を作成し、0.2%耐力および弾性率を算出。

2) 銅合金 (C5191)

800 $\mu\epsilon$  (0.08%) と 1500 $\mu\epsilon$  (0.15%) の間の任意の 2 点より直線勾配を作成し、0.2%耐力および弾性率を算出。

3) ステンレス (SUS304)

600 $\mu\epsilon$  (0.06%) と 1100 $\mu\epsilon$  (0.11%) の間の任意の 2 点より直線勾配を作成し、0.2%耐力および弾性率を算出。

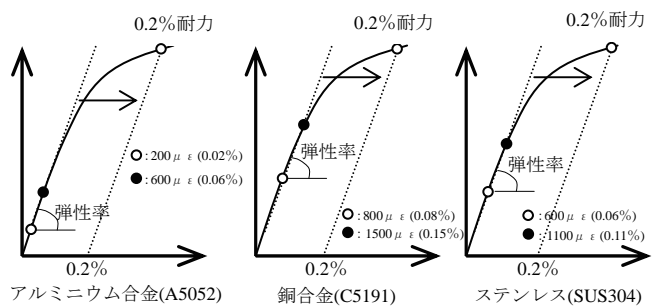


図 6. 材料別耐力評価法概略図

4. まとめ

以上、本研究では、主に機械・建設などの産業において多く流通している、3 種類の金属材料の引張試験を行い、JISZ2241 に規定される耐力評価法により、0.2%耐力および弾性率の値がどのくらいばらつくのかを調べ、材料毎に 0.2%耐力および弾性率が安定的に得られる耐力評価法を定義した。

ただし、今後の課題として、本研究にて行った 3 種類の金属材料以外で、例えば鋳物などは、明確な弾性域が存在しない事が知られており、本研究の方法あるいは従来のオフセット法において耐力を算出する事が妥当なのか、検討を進める必要がある。また、初期ひずみ時における 0.2%耐力および弾性率のばらつきの要因についても、ひずみゲージの貼り付け精度、試験器具の影響、試験室温度条件、力の加わる方向(曲げの影響など)など何点か考えられ、詳細に検討していく必要がある。

今後は、本研究で得られた基礎データを、年々増加傾向にある金属材料および製品の強度に関する依頼試験業務および技術相談業務に前述の課題解決を試み、活かしていきたい。

(平成 22 年 6 月 30 日受付, 平成 22 年 10 月 12 日再受付)

文 献

(1) JISZ2241,金属材料引張試験方法(2008)