

## 金属材料の引張強さに及ぼす引張速度と試験片採取方向の影響

機械電子科

株式会社富士テクニカ宮津

木村光平

久保田 信

是永宗祐

金子大和

## Effects of strain rate and specimen-sampling direction on ultimate tensile strength

KIMURA Kohei, KORENAGA Sosuke, KANEKO Yamato and KUBOTA Makoto

Keywords: Ultimate Tensile Strength, Strain rate, Rolling Direction, High Strength Steel Sheet

引張試験で得られる引張強さは製品の安全設計に用いられる重要な指標のひとつである。引張強さは試験条件によって変化する可能性があるため、引張強さに影響を及ぼす試験条件を予め把握することが重要である。本研究では、引張速度および試験片の採取方向を変化させた種々の条件で高張力鋼板の引張試験を行った。その結果、引張速度の上昇に伴い、引張強さが大きくなった。また、試験片の長手方向が圧延方向に対して $0^{\circ}$ 、 $45^{\circ}$ 、 $90^{\circ}$ となるにつれて、引張強さは大きくなった。これらの試験条件によって引張強さが変化することから、引張試験を行う際は、目的に応じて適切な試験条件設定をすることが重要である。

キーワード：引張強さ、引張速度、ひずみ速度、圧延方向、高張力鋼板

## 1 はじめに

引張試験とは、材料に引張荷重を付与し、その材料の強度や変形特性を調べるための試験である。引張試験では、様々な物性値（引張強さ、伸び、耐力、ヤング率など）を得ることが出来るが、その中でも、製品設計における指標としてよく用いられる引張強さは、重要項目のひとつである。この引張強さは、引張速度や試験片の採取方向、材料温度、試験片の加工方法（切削加工またはレーザ切断など）によって変化する可能性がある。

特に引張速度は、範囲に関する規定が JIS に書かれていることから、試験結果に与える影響を把握しておく意味は大きいと考える。試験片採取方向については、製品規格や注文書に従うよう JIS に記載されているが、試験条件設定の際に見落とされがちな項目である。

そこで本報では、この引張速度と試験片採取方向が引張強さへ与える影響について明らかにすることを目的とした。

## 2 方法

## 2.1 試験片と試験機

試験片材質は高張力鋼板 SPFC980 とし、形状は JIS Z 2241 で規定されている 5 号試験片（板状：平行部長さ 60mm、原標点距離 50mm、厚さ 1mm）とし

た。図 1 に示すように、圧延方向に対して試験片長手方向（引張方向）が $0^{\circ}$ 、 $45^{\circ}$ 、 $90^{\circ}$ となるように切り出した 3 種類の試験片を用いた。試験機は、精密万能試験機 AGX-100kN（柵島津製作所製）を用いた。

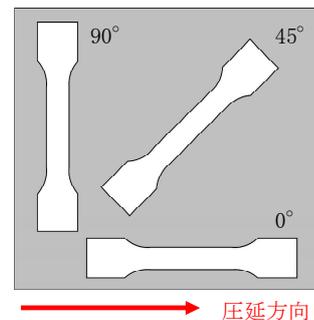


図 1 試験片採取方向

## 2.2 引張強さに及ぼす引張速度の影響

2.1 節の 3 種類の試験片について、クロスヘッド変位速度から求めた推定ひずみ速度を  $0.0006$ 、 $0.003$ 、 $0.006$ 、 $0.06 \text{ s}^{-1}$  に設定し、引張試験を行った。試験中の最大試験力を、平行部の初期断面積で除して、引張強さを算出した。

### 2.3 引張強さに及ぼす試験片採取方向の影響

2.1 節の3種類の試験片について、推定ひずみ速度  $0.006\text{s}^{-1}$  で引張試験を行った。各試験片2本ずつ試験を実施した後、2.2 節と同様に引張強さを算出し、2回の平均値を求めた。

## 3 結果および考察

### 3.1 引張強さに及ぼす引張速度の影響

図2に、引張強さに及ぼす引張速度の影響について調査した結果を示す。結果から、引張速度の上昇に伴い引張強さが大きくなることがわかった。その他の材料でも、ひずみ速度上昇に伴って引張強さが上昇することが報告<sup>1) 2)</sup>されており、今回も同様の傾向となった。

例えば JIS Z 2241 では、引張強さを測定する際は推定ひずみ速度  $0.008\text{ s}^{-1}$  以下で試験を行うよう規定されているため、JIS に準じた試験を行う場合は規定から逸脱しないよう注意が必要である。一方で、JIS に依らずに、製品使用状況を想定してひずみ速度を見積もり、それに近い条件で試験を行うことも有効であると考えられる。

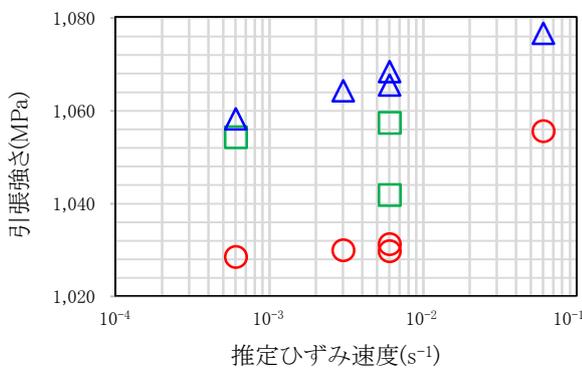


図2 引張強さに及ぼす引張速度の影響

○ : 0° □ : 45° △ : 90°

### 3.2 引張強さに及ぼす試験片採取方向の影響

図3に、引張強さに及ぼす試験片採取方向の影響について調査した結果を示す。

引張方向が板材の圧延方向に対して、 $0^\circ$ 、 $45^\circ$ 、 $90^\circ$  と大きくなるに従い、引張強さが大きくなった。引張強さに及ぼす試験片採取方向の影響については、アルミニウムなどの他の材料では、異なる傾向になることも報告<sup>3)</sup>されており、結晶構造や結晶方位の違いが原因であると考えられている<sup>4)</sup>。

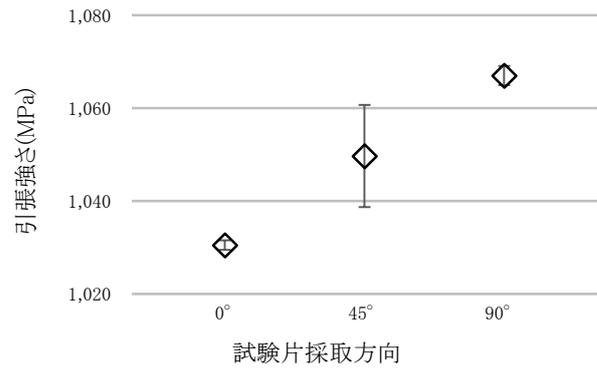


図3 引張強さに及ぼす試験片採取方向の影響

プロットは  $N=2$  の平均値。エラーバーは標準偏差。

このように、引張方向によって引張強さは変化するので、製品に対してどの方向にどのくらいの強度が必要かを考慮し、試験片採取方向を検討することが望ましい。

## 4 まとめ

高張力鋼板 SPFC980 の引張試験結果から、次のことが明らかとなった。

- 1) 引張速度の上昇に伴い引張強さは大きくなる
- 2) 試験片長手方向(引張方向)と板材圧延方向のなす角が大きくなるほど、引張強さは大きくなる

このように、引張速度や試験片採取方向が引張強さに影響を及ぼすことが確かめられた。従って、引張試験を行う際は、引張速度や試験片採取方法について事前に検討をし、適切に条件設定をすることが重要である。

## 参考文献

- 1) 石塚弘道 他：鉄道車両用アルミニウム合金の動的強度特性. 車両技術, 23 (4), 29-34 (2009)
- 2) 谷村眞治 他：各種プラスチック材料の広ひずみ速度域での動的引張強度特性. 日本機械学会論文集, 77 (780), 192-201 (2011)
- 3) 佐久間尚幸 他：純アルミ焼なまし板の機械的性質の異方性. 軽金属, 55 (6), 245-251 (2005)
- 4) 吉田健吾：アルミニウム合金版の異方性と成形シミュレーション活用時のポイント. プレス技術, 60 (3), 29-33 (2022)