

図4 弾性変形

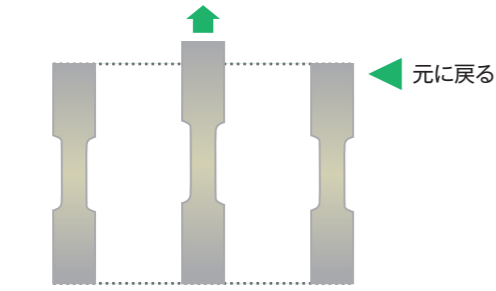


図5 塑性変形

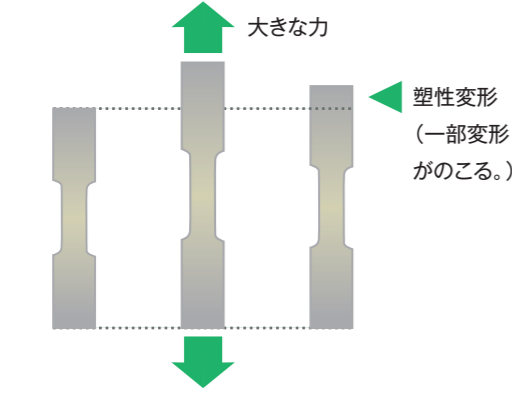


図6 断面積

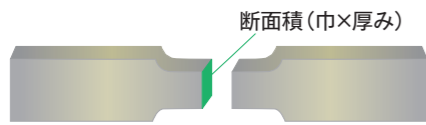


図3-1

試験力-伸び線図(応力-ひずみ線図)

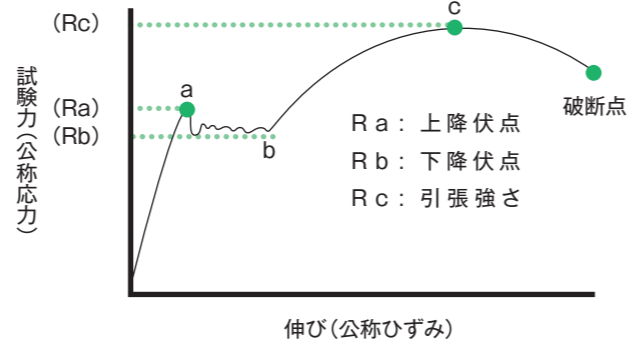


図3-2

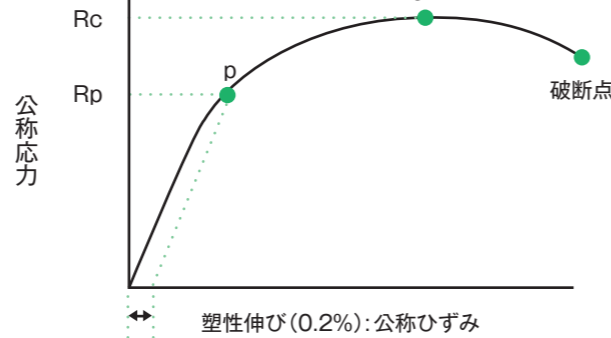


図2

油圧式引張試験機の例

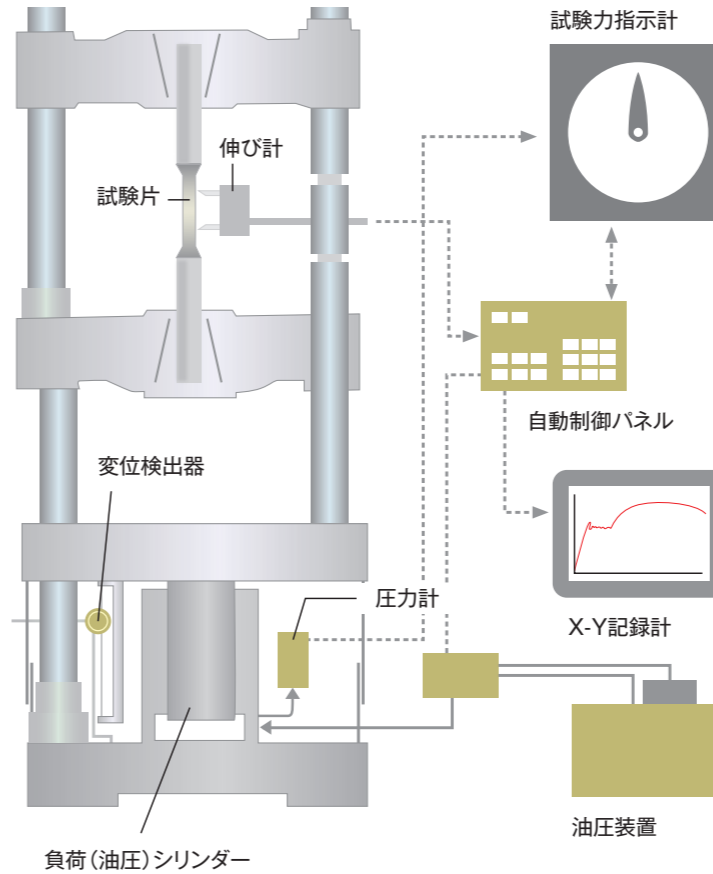
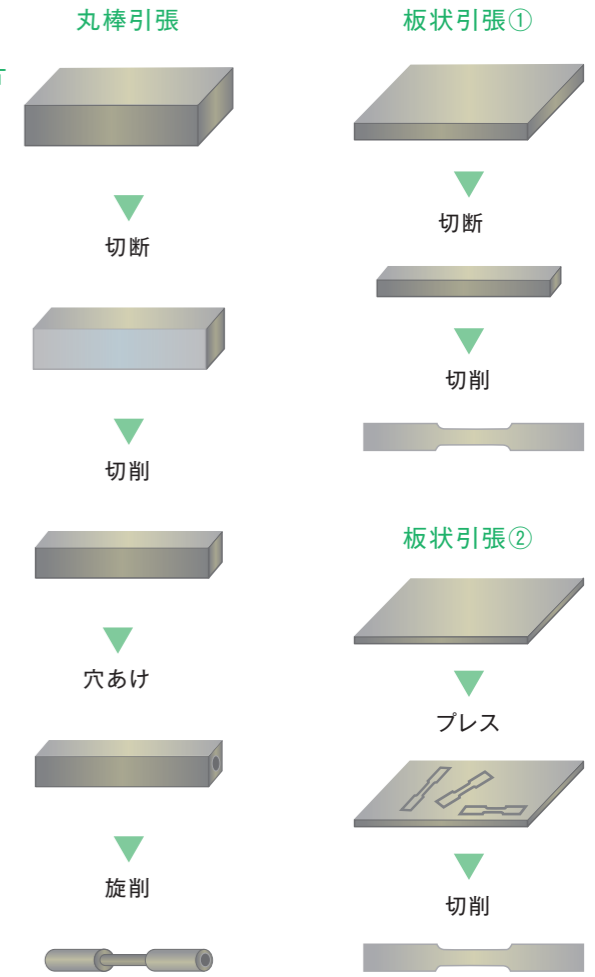


図1

試験片



※ 機械試験について 機械試験には、引張試験、曲げ試験、硬さ試験、衝撃試験、疲れ試験、クリープ試験、リラクゼーション試験など多くの試験があります。
「日本工業標準調査会ウェブサイト」で、JIS G0202(鉄鋼用語)を参照し、さらに検索を進めるとそれぞれの試験内容をご覧いただけます。

引張試験について

前号でもご紹介しましたが、鉄鋼製品の重要な品質として例えばビルや橋など構造部材として使用される場合はその強さや対候性などが、自動車の場合は強さ、薄さ、加工性などがあります。
NSTは、鉄鋼製造工程の中で、これら品質保証に関わる数多くの試験分析業務を行ってまいります。機械試験、組織試験、化学分析、非破壊試験、腐食防食試験、電磁気試験などがあります。

今回から代表的な試験分析方法について紹介していきます。まずは、機械試験の中から、最も代表的な「引張試験」です。

引張試験は試験片の両側から引張力を与え、強さや加工性を調べるもので、その製品を使用する際の設計の基準を得ることが出来ます。また、製造管理上も代表的な品質特性であるため、製鉄所では数々の材料試験の中でも試験頻度が最も高いものです。

まず、製品の一部分から試験片(図1)を作りますが、その形状や寸法精度は規格で厳格に定められています。引張試験機は、引張力と試験片の伸びを精度良く測定する特殊な装置で、図2に示す油圧式や電動式があります。

引張試験機で試験片の両端を引張ると試験片は少しずつ伸びていきます。引張力を大きくしていくとさらに伸びていき、最後には破断と呼び、その値はパーセント(%)で表します。

いろいろな材料の機械的特性を比較する場合には、公称応力と公称ひずみで定量的に評価します。
降伏応力と引張強さ

実際にはさらに詳しい定義がありますが、ここでは、降伏応力は、弾性変形から塑性変形に移る際の応力、引張強さは最大の引張力に相当する応力と考えます。

図3-1、図3-2は、いずれも鉄鋼製品ですが、含まれる成分の違いによって異なる変形挙動を示します。図3-1では、a点が降伏点(この場合、上降伏点(かみこうふくてん)と言います)で、この応力が降伏応力になります。c点での応力が引張強さです。

図3-2ではこの変化がはっきりしていないので、どこから塑性変形の始まる降伏点かがよくわかりません。この場合、0.2%の塑性変形が残る点を降伏点とみなし、Rpが降伏応力になります。

これらの材料を構造部材として使うときには、塑性変形を起こさないように、降伏応力以下(例えば50~70%以下)に抑えるように設計します。

また、降伏応力の引張強さに対する比は、加工性を示す一つの尺度となります。この値が小さいほど、変形が始まるから変形し続ける領域が広いので加工性が高い材料となります。

断してしまいます。引張力(試験力)と伸びの関係をグラフにしたものが、試験力-伸び線図(図3-1、図3-2)です。後述しますが、試験時の状態を示すこのグラフは、応力-ひずみ線図として表すこともできます。

弾性変形と塑性変形

鉄鋼材料は、引張力の大きさに比例して伸び量が増えていき、力を解放すると試験前の長さまで戻ります。ゴムを引張り、元に戻すことと同じような状態です。この状態が弾性変形です。

さらに大きな力で引張ると一部変形して伸びたままの状態になります。これを塑性変形といいます。(図4、図5)

応力とひずみ

試験力-伸び線図を応力-ひずみ線図として表す場合、縦軸の試験力を「応力」、横軸の伸びを「ひずみ」で、グラフ化します。
応力は引張力を試験片の断面積で割った値で単位面積当たりに加わる力になります。応力を求める場合、2種類の計算式があります。引張力を初期断面積(力を加える前の断面積)で割った値を公称応力といいます。

一方、引張力を加えた状態の断面積(初期断面積よりは若干小さい値)で割った値が真応力です。通常、引張試験での応力は公称応力で表します。ひずみについても同様に、公称ひずみと真ひずみがありますが、伸びた分の長さを元の長さで割ったものを公称ひずみ

精度の高く測定しよう

最初に説明しましたが、試験片の寸法や測定精度は厳密に決める必要があります。薄板の試験片の一例では、0.5%の精度まで測定することにしています。板厚と板幅がどちらも0.5%程度の測定誤差があった場合、概略計算すると、断面積の計算値は約1%の誤差となります。測定精度が厳密に規定されているため、応力を計算する際の断面積も約1%の小さな誤差に抑えることができます。

試験機の測定精度も非常に大切です。引張力の測定誤差の許容値も詳細に定められていて、そのため、出荷試験に用いる試験機が引張力を正しく測定できているかどうかを12ヶ月間隔でチェックしています。(日本工業規格 JIS B 7721)

さらに、試験片のチェックや、試験状態が適正であることの確認、および試験結果の正しい評価には、試験員の知識や技能も欠かせなくてはなりません。

「精度保証された引張試験機と試験片」、さらに「試験員の高い技術」によって、引張試験における品質保証が成り立っています。

次号は、原料や製品に含まれる成分の分析について紹介する予定です。