

金属の話あれこれ

永井 恭一

医療学部 医療工学科 臨床工学コース
nagai@toua-u.ac.jp

はじめに

大学は工学部金属工学科を卒業しましたので、金属材料に関することが私の専門分野ですが、現在在籍する東亜大学の医療工学科ではこのような話をする機会が少なくやや寂しい気持ちを持っています。医療工学科での勤務も10年以上を過ぎましたので、一区切りをつける意味で、思いのままに金属の話を述べてみたいと思います。

私たちの身のまわりにはいろいろなところで金属が使われています。皆さんはどのような金属を知っているでしょうか。また、金属というどのようなイメージを持つでしょうか。金属は硬いもの、あるいは金や銀を想像して輝いて光沢があるものというイメージでしょうか。身近な金属として、鉄、アルミニウム、銅などがあります。化学で習う周期表にはたくさんの金属がありますが、ここでは金属材料または機械材料としての見方で話を進めていきます。

金属の中では鉄が最も多く使用されています。鉄は光沢があるというイメージではありませんが、硬いというイメージについてはよく当てはまっています。例えば、板状の鉄は厚さが2mmもあれば、人間の手でたたいても変形しませんし、引きちぎったり、曲げることもできません。硬いということを実感します。

図1は厚さが2mmの鉄でできた穴付きアンクル材を組んで作った荷物台です。重い書庫や実験器具が載ってもしっかりと支えています。通常、硬いということと強いことはほぼ対応していますので、鉄は硬くて強い材料であると表

現できます。構造物といわれるものの多くには、力を支えるために鉄が使われています。



図1 荷物台

金属は変形させやすい

金属に力を加えてもある限界以下であれば、その力を除くと元に戻ります（変形が0になります）。これを弾性変形といいます（図2(a)）。一方、

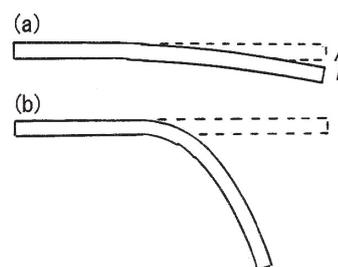


図2 弾性変形と塑性変形

ある限界以上の力を加えると、力を取り除いたとき元にもどらなくなり変形が残ります。これを塑性変形といいます（図2（b））。

一般に金属は加工性がよく、塑性変形させやすいという特性があります。したがって、長く引き伸ばしたり、板状に広げたりすることができます。硬い、強いと思われている鉄でも機械を使って引っ張ると、長く伸びていきます。また、力の加え方を変えると曲げたりねじめることもできます。

金属とセラミックスを比べると、金属の特性は強くて硬くてしかも加工させやすいといえます。一方、セラミックスは硬すぎて加工性が悪いのです。加工性が悪いということは大きな力が加わったときに、変形せず壊れるということになります。

加工する側とされる側の材料

ペンチで針金を切ることを考えると、ペンチは鉄でできていますし、針金も鉄です。どうして鉄で鉄が切れるのでしょうか。また、金属を加工する装置に旋盤という機械があります。材料を固定して回転させながら鉄製のバイトを当てると（図3）、鉄の材料が円柱状に加工できます。すなわち、硬い鉄でも削って円形を作ることができます。この場合もどうして鉄で鉄が削れるのでしょうか。

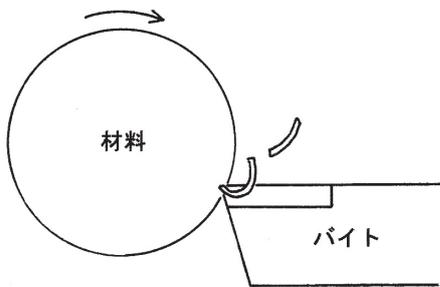


図3 旋盤による加工のようす

簡単にいえば、加工する側と加工される側にはいろいろと特性に違いがありますが、その中で硬さの違いが大きく影響します。すなわち、加工する側の鉄の方が硬いのです。このため切ったり、また削ったりすることができます。一口に鉄といっても、非常に硬い鉄やあまり硬くない鉄などいろいろあるということです。

ただし、鉄自身はそのままで硬くも強くもないので通常はこのままでは使用されず、少量の炭

素を添加した状態で使用されます。少量の炭素というのがポイントで、このとき鉄と炭素の化合物で非常に硬い Fe_3C という炭化物ができて、これが鉄中に分散して存在することにより、鉄は強くなりまた硬くなります。これを鋼といいます。私たちが普通に鉄という場合、多くはこの鋼のことを指しています。このほかにも鑄鉄といって炭素を多く含んだ鉄もありますが、ここでは触れないことにします。

ものを切る機械に鋸があります。主に金属を切るために使われるので、鋸の刃は硬い部類の鉄でできています。しかし、鉄の中にも非常に硬い鉄があり、鋸の刃よりも硬い場合には、当然鋸では切ることができません。仮にこれを無理に切ろうとすると、図4（a）の状態から図4（b）のようになり、刃の方が摩耗して削れてしまいます。このような硬い鉄を切断するには、それよりさらに硬いセラミックスが必要になります。例えば、セラミックス製の円盤状の砥石を回転させて切断したりします。

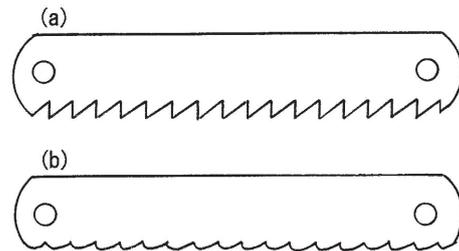


図4 鋸の刃の摩耗

硬さについていうと、2つの物体をこすり合わせたとき、傷が付かない方が硬いということです。また、硬い標準体（圧子）を準備しておき、これを種々の物体に押しつけたとき、できるくぼみが小さいほど物体は硬いといえます。硬いということは変形の能力が小さいということを意味します。セラミックスのように非常に硬い物体は変形能力が小さく壊れやすいまたは割れやすいということになります。したがって、硬いということもろいという性質にもつながっています。

加熱後の冷却

鉄（正確には鋼）の性質は加熱してその後の冷却の仕方によっても変化します。鉄を加熱してお

よそ 800℃前後に赤めた後に水などにつけて一気に冷却すると（焼入れという）、非常に硬くなります。一方、同じように鉄を赤めた後でゆっくり時間をかけて冷却すると（焼なましという）、今度は軟らかくなります。同じ鉄でも加熱後の冷却の仕方（速さ）で、硬くなったり、軟らかくなったりするのです。ただし、軟らかいといっても鉄の中で軟らかいということで、機械を使って変形させやすいということです。先ほどから述べているように、硬くなると伸びにくくなり、変形しにくくなります。

刃が折れるタイプのカッターナイフがよく使われています。カッターナイフの刃はものを切るために硬いという性質が必要です。しかし何度も使い、刃先が摩耗すると切れ味が悪くなりますので、折って新しい刃先にします。このとき刃についている切り込みに沿ってポキッと折れるためには、もろいという性質が必要です。仮に刃先を赤めた後に、ゆっくり冷やすとどうなるでしょうか。刃は軟らかくなりますので切れにくくなり、折ろうとした場合には図5のように、「ぐにゃっ」と曲がってしまいます。



図5 カッターの刃が軟らかくなった場合

いろいろな合金

金属は1種類だけで使われるだけでなく、2種類（またはそれ以上）の金属を溶解して混ぜ合わせ、合金として使用されることも多々あります。合金にすることにより、単一金属では得られない新しい性質を持たせることができ、性質を改善することができます。

先ほどから述べていますように、鉄は強く硬い有用な金属ですが、さびやすいという欠点があります。鉄にクロム（Cr）などの元素を添加して合金にしたものがステンレスで、さびやすいという欠点が改善されます。家庭の中でも台所など

で使われています。アルミニウムは軽い金属ですが、強度が低いというのが欠点です。これに銅などの元素を添加して合金にすると強度が増して、軽くて強いという性質を持たせることができます。また、真ちゅうは銅と亜鉛の合金で、見た目の美しさが特徴の一つで、非常にきれいな金色を示します。適度な強度があり、加工性がよいので工業材料として幅広く用いられています。これらは代表的な合金ですが、このほかにも多くの合金があります。

また、合金の中には不思議な性質を持つものもあります。ある形状を記憶させておくと（例えば直線）、その後室温などで塑性変形させて形状がかなり大きく変わっても、ある温度以上に加熱すると元の形状にもどります。形状記憶合金と呼ばれるものです。

図6 (a) は線状の形状記憶合金を曲げた（塑性変形させた）ところです。これをお湯につけると、図6 (b) のように記憶していた元の形（直線）にもどることができます。または、ドライヤーで熱風を吹き付けても同じようになります。メカニズムについては、ここでは省略します。金属に関する本やインターネットで多く解説されていますので、関心のある人はそちらをご覧ください。

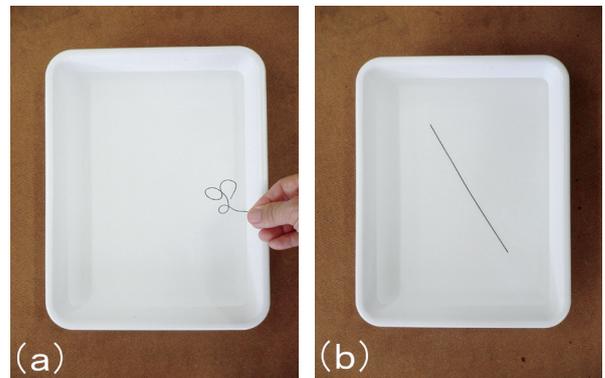


図6 形状記憶合金

元の形状にもどる温度の設定を変えると、眼鏡のフレームで知られているように、力を加えて大きく変形させても力を除くだけで（加熱せずに）、元にもどるようになります。元にもどるこの2種類の形態は用途によって使い分けられています。

物性について

金属は強度のほかに物性の面でも特徴を持って

います。金属には電気や熱をよく伝えるという特性もあります。銀や銅などはその代表です。鉄はこれらの性質がだいぶ劣ります。さびない鉄であるステンレスはさらに劣ります。現在は電気がないと何もできない電気に依存した時代ですが、これには金属が大きな役割を果たしています。電線などを始めとして金属が電気をよく伝える性質を持つためです。

しかし、伝えやすいということがいつもよい性質かというところではありません。例えば、熱について考えると伝えにくい方がよいこともあります。伝えにくいということは見方を変えると、熱を逃がしにくいので保温性がよいということであり、この場合には金属以外の材料がよいこともあります。

金属には原子が規則正しく配列した構造を持つという特性があります。金属を原子レベルで見ると、最外殻の電子は原子核に強く束縛されず、自由に動きまわることができます。これは自由電子と呼ばれていますが、原子間を埋め尽くすように存在して原子が結合しています。この自由電子が金属の物性と大きく関係しています。

鉄の話にもどりますが、鉄には磁石につくというよく知られた特徴があります。この性質は鉄を他の金属と区別するのに非常に有用です。また、鉄は磁石のはたらきを活用させる役目も持ちます。その一つがヨーク（継鉄）としての使用例です。鉄は透磁率が大きく、磁力線が流れやすいので、磁石にヨークを付けることで磁力線を集中させ、磁力を増すことができます。

これを確かめてみましょう。普通の平たい磁石は手で持ちにくいので、平たい穴あきの磁石を使い（図7 (a)）、穴あき磁石に引っ掛け具を通し

て鉄のおもりを持ち上げることにします。磁石だけですと、500gのおもりまでしか持ち上がりませんでした（図7 (b)）。次に、磁石に「コ」の字型のヨークを取り付けると、今度は2kgのおもりまで持ち上がりました（図7 (c)）。このように、磁石を鉄で囲むと吸着力が大きく増すことがわかります。

最後に

漢字を考えると「かねへん」のつくものがたくさんありますし、これらの多くは金属と関係しています。歴史的にも金属が私たちの生活と結びついてきたということでしょう。これは現在も同じで、身近なところにも金属がたくさんあります。料理をしようと思えば、包丁や鍋などは金属です。洗濯をしようと思えば、洗濯機にも金属が使われています。テレビを見たりパソコンを操作する場合でも、それらに金属が使われています。

これ以外にも多くのところで金属が使われています。このように見ていくと、金属は私たちの生活にいろいろと利用され役立っていることがわかります。金属についてとりとめもなく述べてきましたが、金属に関わった者として皆さんが金属に何かしら関心を持ったり、親近感を持ってもらえるとうれしく思います。



図7 ヨークによる磁石の吸着力の違い