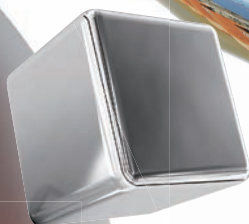
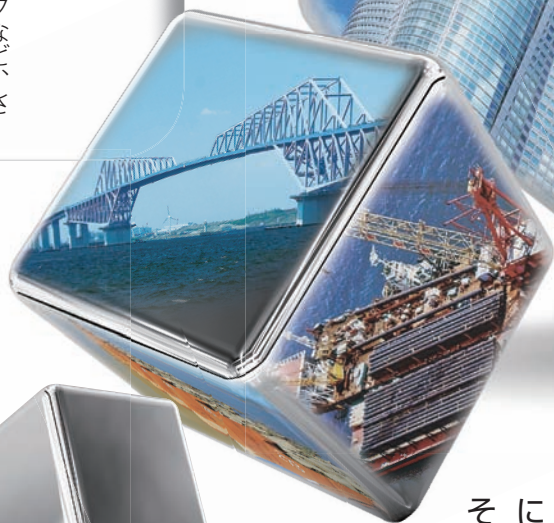


含まれる元素の種類と量で、
鉄は多彩な材質になる

コンクリート、ガラス、プラスチックなど、さまざまな工業材料がありますが、現代社会で使われている工業材料の約半分は金属です。そのうち鉄は大半を占め、世界中で大量の鉄鋼材料が使われています。皆さんにとって鉄鋼材料は、どの製品を見ても鋼色した金属の塊にしか見えないと思います。しかし元素という観点から見ると、なぜ空気や水のように暮らしに欠かせない材料になっているのかがわかってきます。



元素から見た 鉄鋼材料

鉄は自動車やビル、橋、鉄道、家電など、私たちの暮らしのなかで大量に使われている材料です。なぜ鉄鋼材料は、これほどまでに姿を自在に変えて、現代社会に深く浸透しているのでしょうか。その秘密は元素にあります。

炭素 Carbon
原子番号 : 6
原子量 : 12.01
※ 鋼材中 0.007 ~ 1.2% 含有
鋼の硬さを決める主成分

C



Si

ケイ素 Silicon
原子番号 : 14
原子量 : 28.09
※ 地球の地殻中に大量に存在する鉱物
鋼の強度に影響する元素

Mn

マンガン Manganese
原子番号 : 25
原子量 : 54.94
※ 鋼の靱性などに寄与する元素

Advanced Technology

新日鉄住金のものづくり

では鉄鋼材料は、どんな元素からできているのでしょうか。もちろん主な成分はFeという鉄の金属元素です。しかし、それだけではありません。少量ですが炭素(C)、ケイ素(Si)、リン(P)、硫黄(S)などの非金属元素や、ニッケル(Ni)、クロム(Cr)、マンガン(Mn)などの金属元素が含まれています。これらの元素が、鉄の性質にさまざまな影響を及ぼしています。

なかでも炭素は、鉄に最も大きな影響をもたらしています。原料である鉄鉱石は酸素と結び付いた酸化鉄の状態なので、鉄鉱石から鉄分を取り出すために還元します。そのときに炭素が溶け込み、4・5%と多く含まれるため、硬くてもろくなります。それを次の工程以降で、炭素を0・007～1・2%に調整して、粘り強い鋼をつくり、さまざまな用途に応じた製品を生み出しています。鉄と炭素の合金である鋼は、含まれる炭素の量を調整していくことで、複雑な成形に耐え得る軟らかい自動車ボディパネルから強靱な橋梁ケーブルまで、幅広い強度範囲をカバーできる優れた材料になるのです。

さらに元素の有無によっても、鉄の性質はもっと大きく変わってきます。例えばリンや硫黄は鉄をもろくするため、含有量が少ないほうが良質な鋼をつくることのできるのですが、加工性を高めるため意図的に入れることもあります。また鉄はさびるという弱点がありますが、ニッケルやクロムが一定量含まれると、さびにくくなります。このように、さまざまな元素を使いこなすことによって、多様なニーズに対応する多彩な材質の鉄鋼製品が開発され、鉄は現代社会に欠かせない材料として浸透しました。

各種鋼材製品



ニッケル Nickel

原子番号 : 28

原子量 : 58.69

※ 鉄族に分類され鉄とともに最も安定している元素
合金元素として耐食性が高く
靱性を向上する

Cr

クロム Chromium

原子番号 : 24

原子量 : 52.0

※ 耐食性が高くステンレス鋼の重要な元素の一つ

鉄 Iron

原子番号 : 26

原子量 : 55.85

※ 地球重量の3分の1を占め
鋼材の主成分

Fe

S

硫黄 Sulfur

原子番号 : 16

原子量 : 32.07

※ 切削加工しやすくするため
鋼に添加するが
通常は低い含有率が良いとされる

P

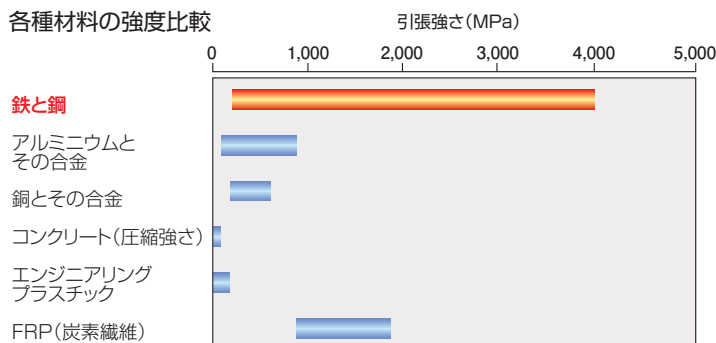
リン Phosphorus

原子番号 : 15

原子量 : 30.97

※ 生物には必須元素のリンも
一般に鋼材では少ない方が
良質の鋼とされる

各種材料の強度比較



鉄と鋼の幅広い強度範囲によって、精密機械などに使われるミリメートル単位の小さなボルトから、明石海峡大橋のようなキロメートル単位の大きな橋梁用ケーブルまで、鉄鋼製品はさまざまな分野で活用されています。

※ MPa(メガパスカル) : 引張強さや圧力を示す単位

1 原料の前処理



鉄鉱石(酸化鉄)

コークス

石炭を蒸し焼きにした高純度の炭素の塊
還元材および熱源となる

焼結鉱

粉状の鉄鉱石と石灰石を高温で焼き固めた5~25ミリ程度の均一な塊



さまざまな元素を操り、
特性に応じた鋼をつくる

それでは製鉄所で、どのように炭素の量を調整したり、さまざまな元素を加えて、鉄鋼製品をつくっているのでしょうか。原料の鉄鉱石には、大気中の酸素と結び付いた鉄の酸化物(酸化鉄)と、不純物が含まれています。そのため、まず高さ

2 製鉄工程

製鉄プロセス

還元・分離(酸素除去)

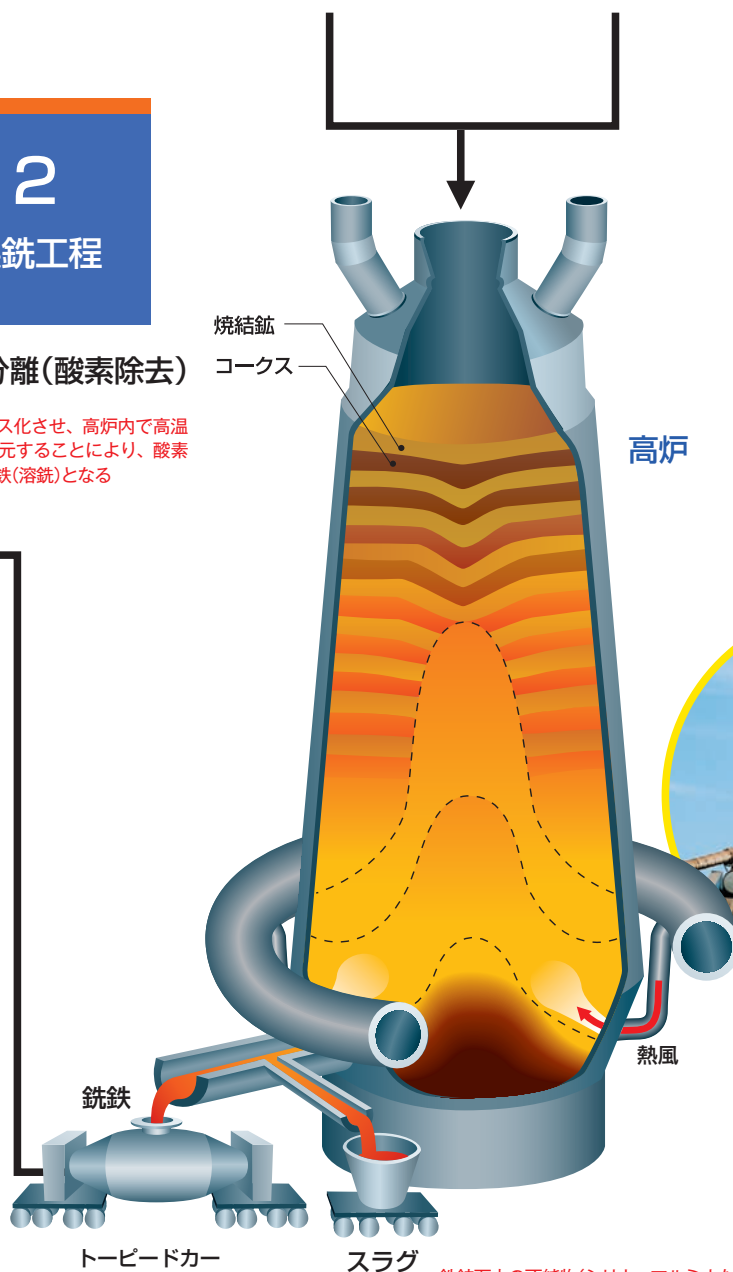
コークスをガス化させ、高炉内で高温で焼結鉱を還元することにより、酸素を分離して銑鉄(溶鉄)となる

焼結鉱
コークス

高炉

溶鉄予備処理 (脱ケイ・脱リン・脱硫)

銑鉄にはまだ多くの不純物が含まれるため、転炉による脱炭(一次精錬)の前にケイ素やリン・硫黄をスラグとして取り除き、品質をより高める処理



銑鉄1トンつくるのに
必要な原料

● 鉄鉱石	1.6トン
● コークス	0.4トン
● 石灰石	0.1トン

鉄鉱石中の不純物(シリカ・アルミナなど)が溶けたスラグとなって比重差により銑鉄と分離される

100メートルにも達する高炉という巨大な装置に、粉状の鉄鉱石と石灰石を高温で焼き固めた焼結鉱と石灰を煮し焼きにしたコークスを入れ、約1200℃の熱風を吹き込みます。炉内はコークスがガス化し、一酸化炭素や水素などの高温ガスが発生して2000℃以上になり、焼結鉱を溶かしながら還元ガスにより酸素と分離します。溶けた鉄分はさらにコークスの炭素と接触して還元され、銑鉄となり取り出されます。

高炉でつくられた銑鉄には、炭素が多く含まれています(4・5%)。また不純物も含まれ、このままでは粘り強い鋼をつくることができません。そこでトーピードカーという車で銑鉄を運び、まず溶銑予備処理を行い、もろさの原因となるリンや硫黄などの不純物を取り除きます。続いて転炉と呼ばれる炉のなかに、予備処理後の銑鉄と社会で役目を終えて回収されたり、製鉄所で発生した鉄スクラップを入れ、大きな圧力で酸素を吹き込み、炭素分を取り除きます。こうして炭素含有量が1・2%以下で不純物の少ない鋼が生まれます。さらにまだ微量に残っている不純物を取り除くため、二次精錬を行います。ここで求められる鉄鋼材料の特性に応じて、さまざまな元素を加え成分調整します。

成分が整った鋼は連続铸造され、成分や温度をコントロールしながら、さらに介在物を除去したり、特定の成分が部分的に偏らないように安定した品質をつくり込んでいます。具体的には、厚板・薄板製品用にはスラブ、形鋼製品用にはブルーム、線材などの製品用にはビレットと呼ばれる鋼片につくり分け、次の圧延工程でさまざまな鉄鋼製品に仕上げています。

