

第1章 製鉄工程

製鉄工程では、鉄鉱石、石炭を各々事前処理した後に、高炉に装入し銑鉄を製造し、製鋼工程に供給する。各プロセスの中で、コークス炉ガス、高炉ガスが副生ガスとして製造され、製鉄所の各部門へ供給されている。

1. 銑鉄と鋼

一般的に鉄と呼ばれるものは、銑鉄と鋼に分類される。

鉄の原料である鉄鉱石の主体は、鉄の酸化物であるが、これには、珪石その他の脈石、不純物などが混在している。この鉄石を還元して金属鉄を得るが、それと同時に還元される際に付加されるマンガン (Mn)、珪素 (Si)、硫黄 (S)、燐 (P)、および還元材として用いる炭素 (C) などが溶け合ってきたものが銑鉄である。銑鉄は上に述べた不純物、とくに炭素 (C) を3~4.5%含有するために、鉄本来の靱性・可鍛性を失っている。鑄造は容易であるが脆い。

この銑鉄をさらに精錬し、炭素 (C) などの不純物を酸化除去すると靱性を

表1-1 銑鉄および鋼の成分 %

	銑鉄	鋼
炭素	3.0~4.5	0.03~1.2
珪素	0.5~3.0	0.01~0.3
マンガン	0.3~2.0	0.3~0.8
燐	0.02~0.50	0.01~0.05
硫黄	0.01~0.07	0.01~0.05

回復して、鍛造または圧延加工ができるようになる。これが鋼である。

表1-1に銑鉄と鋼の成分の相違を示したが、これはおおそを示したものであり、その吹精状況によっては若干異なってくる。

また銑鉄と鋼の違いを製造方法から述べると、日本では銑鉄は、主に溶銑炉 (高炉) で作られ、またごくわずかではあるが電気炉でも製造される。鋼は主に銑鉄と屑鉄を原料とし、転炉、平炉および電気炉で製造される。

銑鉄は用途別に分類すると、製鋼用銑と鑄物銑とに分けられる。大規模な銑鋼一貫製鉄所では、そのほとんどが高炉一転炉のシステムをとっていることから、転炉銑が大部分を占めている。日本においては、平炉はなくなり塩基性転炉のみになったが、外国では、平炉、酸性転炉も使用されている。

製鋼用銑は、JIS規格が決められていたが (JISG2201)、2000年に廃止され、

現在では製鉄所の鋼種構成、および最近の製品の高級品質化傾向を踏まえ、社内または所内でより狭い範囲の規格を設けて運用されているのが一般的である。

鑄物銑についてもJISで成分は規定されていたが (JISG2202)、2000年に廃止され、現在は需要家等と個別に規格を設けている。一般にSi (シリコン) は高く、Mn (マンガン)、S (硫黄) など他の成分は低い。鉄鋼5元素 (C、Si、Mn、P、S) 以外の特種成分Cu (銅)、Ti (チタン)、Ni (ニッケル)、Cr (クロム)、As (ひ素)、Sn (すず) は低い程良いとされている。特に、ノデューラ一用銑などのごとく、黒鉛球状化の処理を必要とする場合には、上に述べた特種元素の制約は大きい。

また生産量的には、製鋼用銑がそのほとんどを占める。

2. 製鉄所の中での製鉄工程の位置づけ

銑鋼一貫製鉄所では、製鉄工程で非常に多くの種類の鉄鉱石と、コークスを使用して還元溶解し、1500℃の溶銑を製造する。製鋼工程で鋼種に応じて、不純物の除去及び溶鋼の成分調整をし、それを連銑、造塊で凝固し、製品に応じて圧延加工処理を行い製品とする。その関係は、図1-1の様な三角形、逆三角形となる。製鉄工程は、関係図の溶銑以前の前工程である。

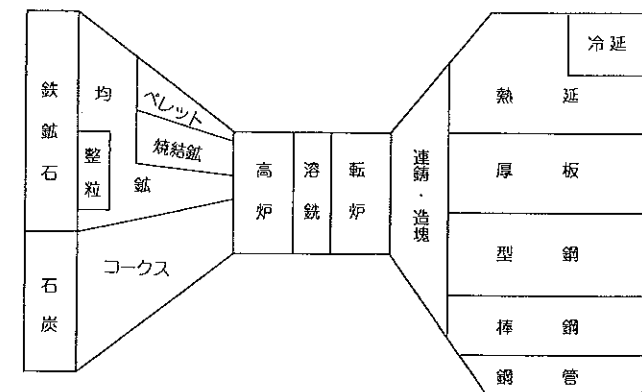


図1-1 工程関係図

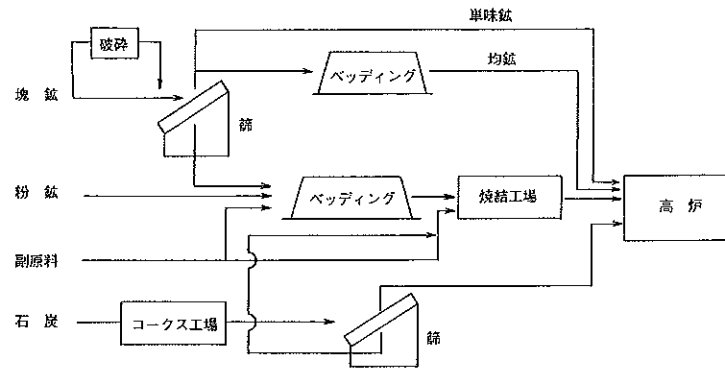


図1-2 製鉄工程での物流フロー

製鉄工程に課せられた使命は、定められた品質の、定められた量の安価な溶鉄を製鋼工程に安定して供給する事にある。その使命を果たす為に、高炉以前のプロセス全てにおいて、安定した高炉操業を維持する様に努力している。

外国から輸入される鉄石は、鉄山毎に化学成分等の特性が異なる。また、塊と粉とがあり、高炉内で定められた成分になるように、配合調整される。塊鉄石は、整粒後、粉を除去し、単体または複数銘柄でベッディングされ、均鉄となって高炉に装入される。粉鉄石は、工場内での発生粉とともに、副原料を加えて、ベッディングされ、焼結鉄あるいはペレットに加工され高炉に装入される。石炭は配合調整後乾留されてコークスとなり、整粒後、粉を除去し、塊が高炉に装入される。

又、製鉄工程では、鉄石を還元、溶解する為に、多量のエネルギーを消費すると共に、コークス炉・高炉では副生ガスを生産し、工場内に供給しており、エネルギー供給基地としての役割もある。これは、次項で述べる。

3. 製鉄工程でのエネルギー消費と生成

鉄鋼業はエネルギー多消費型の産業であるといわれる。製鉄所における主要プロセスのエネルギー消費の比率の概略を図1-3に示す。製鉄工程はプロセスにおけるエネルギーの70%以上を消費する。そのエネルギー効率の良否が鉄鉄のエネルギーコスト、更には製鉄所全体の省エネルギー成果に大きく影響を及ぼす。一貫

製鉄所の使用エネルギー量は、粗鋼トン当たり約23.9GJである。製鉄所のエネルギーフローの一例を図1-4に示す。全購入エネルギーのうち石炭が89.5%を占め、残りを電力(7.9%)、石油類(2.6%)、その他が占める。

製鉄工程で、コークス炉ガス(COG)、高炉ガス(BFG)が発生する。これらのガスは、単体または、混合ガス(MG)に調整されて、各プロセスに配分され、有効利用されている。各々のガスの特性については第3章で述べる。これらのガスを有効利用するように、全所のエネルギーバランスを取る必要がある。また、エネルギーの種類により価格は異なり、全所でエネルギーコストを最小化するよう燃料の最適化を図る必要がある。その為には、現在の様に、石炭価格が他の燃料(例、石油類)に比して安価な場合には、高炉での発生ガスを増やし他の燃料を減少する事もある。

また、損失エネルギーも大きく、それを回収することで、大きな省エネルギーの効果が得られる。近年、省エネルギー設備への研究投資が盛んに行われている。コークスの乾式消火設備(CDQ)、コークス排ガスの顕熱回収、焼結鉄顕熱回収、高炉排ガスタービン、高炉ガス乾式集塵、熱風炉空気予熱器等がある。

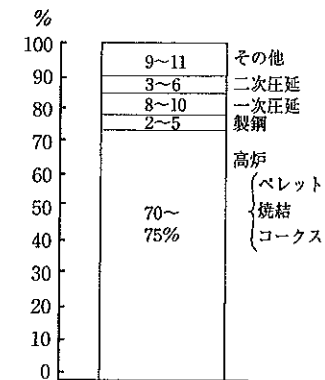


図1-3 部門別エネルギー構成の概略

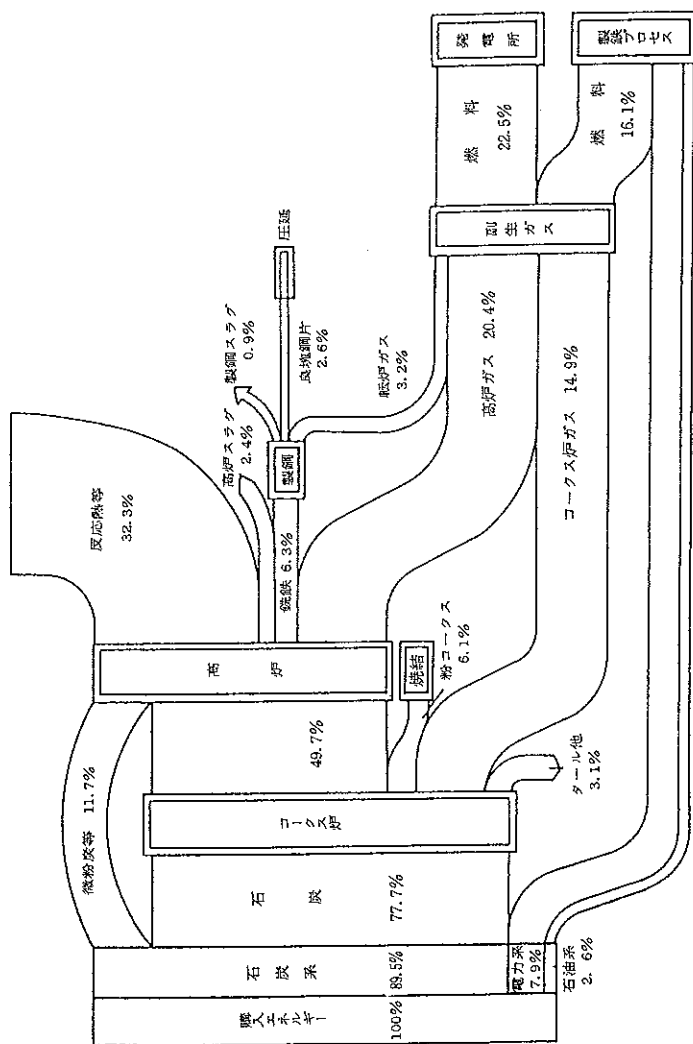


図1-4 一貫製鉄所のエネルギー・フロー一例
鉄鋼年報 No.1523 (1991)

(1) コークス炉

コークス炉のヒートバランスの一例を図1-5に示す。全入熱中約96%は燃料（BFG、COG）である。出熱はコークス顕熱が約47%、発生物の潜、顕熱の合計が28%、炉体放散熱の約14%、排ガス顕熱の12%などが主要なものである。

コークス炉から生産される赤熱コークスは、押出された状態で約1273～1373Kの温度を有し、コークス・トン当たり約1.51～1.67GJの顕熱を保有している。従来は、湿式消火塔で散水冷却され、顕熱のほとんどが大気中に水蒸気潜顕熱として放散されてきた。これをコークス乾式消火設備により蒸気として回収し、製鉄所内のプロセス蒸気として利用したり、タービンを回したりして発電し、電力として利用している。

コークス炉の操業改善、大型化により、乾留熱量は約2.26GJ/tにまで減少している。

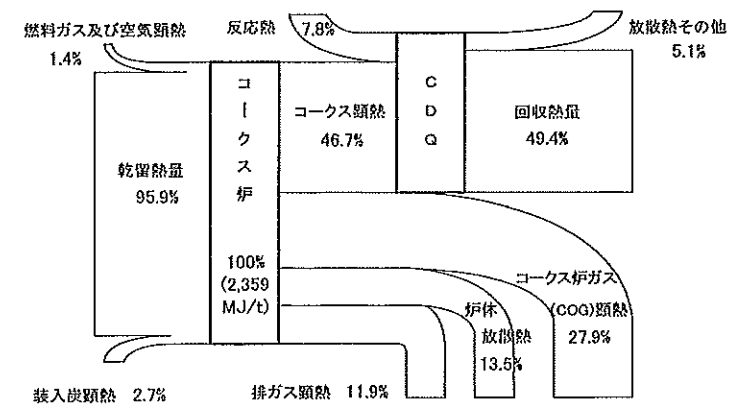


図1-5 コークス炉の熱バランス(例)
鉄鋼便覧第5版 第6巻