

### 3.1.1 鉄鋼業のエネルギー効率向上

製造部門が消費する二次エネルギーは日本全体の43%（2016年度）で、鉄鋼業はそのうちの29%（全体では12.5%）を占めています。鉄鋼業は1970年代からの多岐にわたる技術開発と設備投資で、今では世界最高水準のエネルギー効率を達成しており、海外の多くの鉄鋼業界にも輸出しています。本稿では省エネルギー効果の大きい代表的な技術を紹介します。

日本の鉄鋼業界は、1970年代の石油危機を契機にエネルギー効率の向上に注力し、1980年代の後半までに約2割の省エネルギー効果を達成しています。その後も省エネルギー対策に積極的な設備投資を続け、2010年代の後半までにさらに約1割の省エネルギー効果を得ています。具体的な対策は多岐にわたりますが、1980年代までに大きな効果を達成したのは「コークス乾式消火(CDQ)」と「高炉炉頂圧発電(TRT)」です。1990年代以降は高炉への微粉炭吹込み、副生ガスによる高効率複合発電、転炉ガスの回収・燃料利用、ジェネバーナーなどがエネルギー効率の向上に寄与しています。

## 1. コークス乾式消火設備(CDQ)

### 1.1 コークス炉

製鉄には鉄鉱石を原料とする高炉・転炉法と、使用済みのスクラップを原料とする電炉法があります。日本の鉄鋼の生産量は年に約1億トンですが、このうち高炉・転炉法が約四分の三、電炉法が約四分の一の比率です。高炉・転炉法では、1トンの鉄鋼生産に約400kgのコークスを使うので、コークスの生産量も莫大です。コークスの製造は空気を遮断した状態で石炭を蒸し焼きにする乾留で、原理は炭焼きと同じです。しかし生産量が非常に

多いので、効率を重視した専用のコークス炉が使われています。製鉄所が使用しているコークス炉は、外観が大型の箱型で高さが約10メートル、奥行きが約20メートル、長さは約200メートルにもなります。内部には幅が約45センチの炭化室と、幅が約70センチの燃焼室が、煉瓦の壁を隔てて交互に約100個も組み込まれています。コークスの生産量は、1炉が年に100万トンを超す規模が珍しくありません。炭化室に投入された石炭は、燃焼室の火炎で

加熱された煉瓦から間接的に熱を受け、約18～20時間かけて乾留されます。乾留では石炭の約3割がガス化し、約7割がコークスになります。ガス化した揮発成分には炭化水素が多く含まれているので、下流で化学原料や燃料に利用されます。乾留温度は1000℃～1200℃なので、得られるコークスは灼熱した高温です。したがって常温になるまで冷却して高炉への投入に備えるのですが、この冷却操作を消火と称しています。消火の方法は、コークスを利用する製鉄が生まれてから100年以上も散水による冷却でした。製鉄産業の初期にはホースで水を撒いていましたが、大量の水を使うので機械的な散水設備が使われるようになりました。その後、発生する熱量が膨大なことから、一部を蒸気として回収し工場内の熱源に使用するようになりました。しかし発生蒸気は圧力と温度を十分に高くできず、発電能力はありませんでした。そこで次節に示すコークス乾式消火方法と設備(CDQ: Cold Dry Quenching)が開発されました。

### 1.2 コークス乾式消火設備

図1に示すのが鉄鋼連盟のHPに掲載されているコークス乾式消火設備(CDQ)の構成です。赤熱

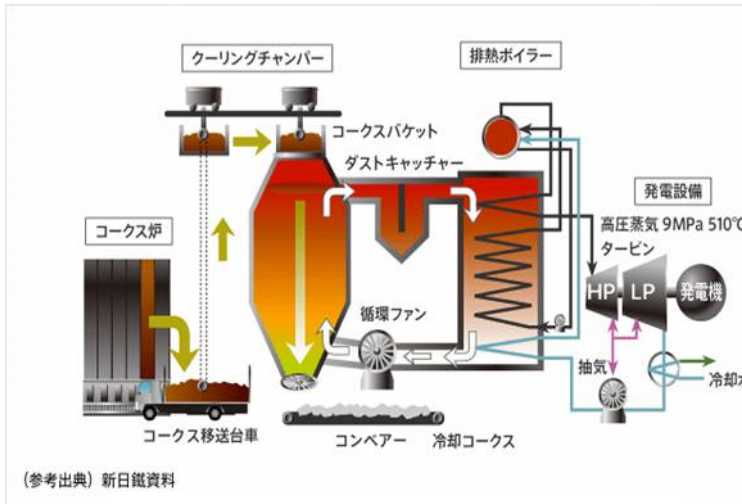


図1. コークス乾式消火設備(CDQ)の構成

コークスは冷却室（クーリングチャンバー）の上部に自動巻上機で運ばれ、装入されると循環する窒素ガスで 200℃近くまで冷却されます。一方、窒素ガスはコークスの熱で約 800 度まで加熱されるので、後続の排熱ボイラーで蒸気を発生させ、冷却されて冷却室に戻ります。蒸気発生量はコークス 1 トンあたり約 0.5 トンで、発電タービンを駆動させて約 150kWh の電力に変換されます。発生蒸気が 510℃（9MPa）と高温・高圧なので、発電効率が高いのが大きな長所です。冷却水を使わ

ない乾式冷却なので、製品コークスの強度が高く水分が残らないのも長所です。この設備は国内では普及していますが、鉄鋼生産を伸ばしている途上国には一部にしか普及していないので、技術や設備の輸出を通じてエネルギー効率の向上に寄与しています。

### 1.3 高炉炉頂圧発電(TRT)

図2に示すのが鉄鋼連盟のHPに掲載されている高炉炉頂圧発電の構成です。高炉ガスの圧力は3気圧から4気圧で多くの粉塵が含まれています。このため下流に大きな粒子を捕集するダストキャッチャー（DC）と、続いて小さな粒子を捕集する湿式集塵機（VC：ベンチュリースクラバー）設置し、さらに減圧弁で圧力を下げてから下流に送ります。高炉炉頂圧発電（TRT：Top pressure Recovery Turbine）は、この圧力落差をタービンで回収し電力に変換する設備です。発生電力は高炉送風機動力の約4割～5割に相当し、製鉄所が消費する電力の約1割に達しています。日本国内の大型高炉には、ほとんど設置されています。

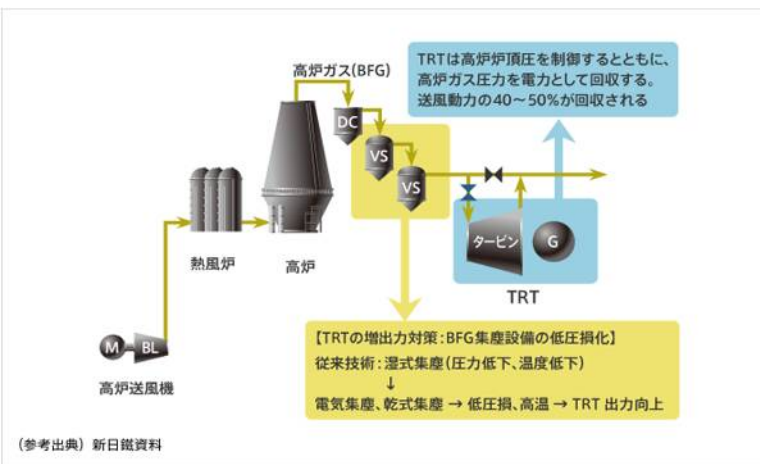


図2. 高炉炉頂圧発電(TRT)の構成

## 2. 鉄鋼業のエネルギー効率

日本の鉄鋼業は前記2例以外にも多くの省エネルギー対策を採用し、エネルギー効率は鉄鋼を生産している十数か国の中で最高水準に達しています。（おわり）

参考：一般社団法人鉄鋼連盟資料