

第1章

まえがき

1. 圧延と圧延技術の進歩

1775年イギリスのヘンリー・コートがポーツマス港フオントレイに製鉄工場を建設し、新しい鉄の精錬法の開発の研究に入り、いままで木炭を使用して鉄を精錬していた方法に代り、反射炉で石炭を燃料として鉄を可鍛鉄(鍊鉄)に変える方法を発明した。

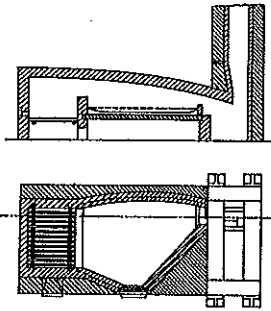


図1-1 パドル炉 (左手が石炭たき室)

この方法は反射炉に類似した形式の炉(図1-1参照)で、小型の底の浅い炉を用い、鉄を原料として当時としては多量の鍊鉄をうる方法で、炉床に鉄鉱石を敷き、その上に鉄鉄を入れて、石炭の火炎で加熱溶解させ、さらに酸化鉄を加えて鉄棒でよく攪拌(パドルリング)して、鉄鉄と鉄鉱石を作用させ、しだいに炭素分を減少させて粘り船のような鉄をつくる方法であった。この炉は作業に攪拌作業を不可避としたので、

パドル法と呼ばれた。このパドル法の発明により鉄が圧延可能状態になり、加工法もワットの蒸気機関(1769年)を取り入れて、ハンマーから圧延機に変わり、コークス高炉→パドル法→圧延機という新しい製鉄技術の体系に移行することになった。

この結果、鉄が安価に得られるようになり、鉄の利用が広まった。また圧延機が鉄の加工の主要設備となった。

ヨーロッパでは鉄骨構造物が鉄筋コンクリートとならんで発達し、次に厚板の圧延が進歩した。1887年英軍艦アイリス号の進水が鋼船の最初で、以後鋼船の進歩と、厚板圧延技術の進歩が相互に作用し、日進月歩の勢いで続けられてきた。

装甲板は砲弾と競争するためニッケル鋼、クロム鋼を生み出し、圧延機はこの

※印ルビは「学習の手引き」解説書参照のこと

材料の硬さを克服するため強力になっていった。さらに鋼管圧延機が進歩した。1885年マンネスマン兄弟の発明した鋼管圧延法は、鋼管の用途を拡大し、鋼管の製造を可能にした。

レール、形鋼、厚板、鋼管の圧延とともに、伝統的産業である棒鋼、線材、薄板の圧延、ブリキの製造も進歩した。

線材と帯鋼はすでに19世紀に連続圧延法が確立された。その方法の広幅の薄板への適用の試みも早くからあったが、1920年代にアメリカにおいて広幅ストリップの連続圧延が工業化された。これはアメリカの自動車産業および缶詰業の発達と機械および電気産業の発達によって可能となったものである。1923年にアメリカ・ローリング・ミル社が最初のストリップミルを建設し1926年にはコロンビア製鋼が現在の原理の連続圧延ストリップミルを建設した。

このアメリカの連続ストリップミルが、第2次世界大戦後全世界の製鉄業に大きな影響を及ぼし、現在の我が国近代製鉄所の基礎となっている。広幅鋼板の製造は、戦後1950年以降、加熱炉関係の自動制御の改良、X線厚み計の採用などの前進があり、1960年代には、自動板厚制御方式の導入、板幅制御方式の開発、駆動電動機と回路改善、圧延潤滑油の改良、板厚、張力、圧下量、圧下力など計測装置の信頼性の向上、ロール組替作業の機械化など圧延技術の全面的近代化がはかられ、操業速度が大幅に高速化し、稼働率も向上している。形鋼・棒鋼・線材の製造については、我が国の戦後の圧延技術の革新は上記鋼板部門から開始され、ついで線材・形鋼・棒鋼へと近代化が波及した。線材の圧延は1950年代前半のドイツ・アメリカの全連続式圧延機の導入によって、面目は一新したが、さらに、仕上げ圧延機列に8~10台の圧延機をコンパクトに1つのフレーム内に集約したブロックミルが採用されるようになり、最近では仕上げ圧延速度が100m/s以上にも及んでいる。

我が国で1960年代に急増した高速道路、高層建築、港湾などの土木建築工事からの形鋼に対する需要に応えるため、このころから大型H形鋼専門工場が建設され、一方、中小形鋼の圧延が鋼板と同時に連続化された。また異形丸鋼、鋼矢板、軽量形鋼など形状強度の点で新しい構造材料が要求されたが、鉄鋼技術者と関連技術者の協力のもとに、これら新材料の圧延技術も開発された。

製管の分野では戦後、溶接による製管技術が発達した。我が国では電気抵抗溶接管の生産量が急増し、質的にも石油、天然ガスパイプライン用や発電所蒸気ボイラー用の鋼管が生産されるようになった。これは原料帯鋼の材質および製造技術の改善、成形パスデザインの改善などの成形技術の進歩、高周波溶接の採用、超音波や渦流探傷法の発展など我が国独自の研究開発になるところが多い。継目無鋼管製造の分野では、戦前からのマンネスマン回転穿孔法が向上し、一方ガラスを潤滑剤として用いる熱間押し出法(ユージーンセジュールネ法)が導入され、継目無ステンレス鋼管製造の主力になっている。

2. 圧延鋼材の品種・用途と生産量

圧延鋼材はその種類が数十種以上あり、そのうち主なものだけ見ても、表 1-1 のように軌条(レール)、鋼矢板、形鋼、棒鋼、線材、厚板、中板、熱間圧延鋼板および鋼帯、冷間圧延鋼板および鋼帯、けい素鋼板および鋼帯、各種メッキ鋼板、鋼管(パイプ)、外輪などがあり、これらはそれぞれ数種または十数種に分類されている。鋼材品種別の生産比率を平成 19 年度についてみると、表 1-1 のごとく軌条・鋼矢板を含む形鋼約 12%、棒鋼約 15%、線材約 3%、厚中板約 15%、熱延薄板約 17%、冷延薄板約 8%、メッキ鋼板約 21%、鋼管約 7%、その他となっており、最近ではメッキ鋼板の生産比率の伸びが著しい。これらのおもなものの概要について説明すると次のようになる。

(1) 半 製 品

a. 鋼片(ブルーム)

主に連鋳機で製造される。切断面の形状はほぼ正方形で、寸法は、一辺の長さが 130~350mm、長さは 1,000~6,000mm程度である。用途としてはそのまま圧延して大形・中形条鋼に圧延するか、または、小鋼片(ピレット)、その他の鋼片などにする。また鍛造用鋼片として外販される場合もある。

b. 小鋼片(ピレット)

形状は鋼片と同じで、切断面は、50~130mm未満の正方形、長さ 1,000~20,000mm程度である。

表 1-1 普通鋼圧延鋼材品種別年間生産量

品 種	生産量、%	生産量 (1,000T)	総生産量に 対する %	使 用 用 途
軌	条	513	0.6%	
鋼	矢 板	876	1.0%	護岸、防波堤、水門、その他土木建設工事用、その他
簡	易 鋼 矢 板	15	0.0%	
	小 計	891	1.0%	
形	H 形 鋼	4,841	5.6%	建築用鉄骨、橋りょう、船舶、車両、その他
	大 型	1,537	1.8%	
	中 小 型	1,454	1.7%	
	軽 量 形 鋼	733	0.9%	
	小 計	8,565	10.0%	
板	大 形	496	0.6%	機械部品、土木、建築、船舶、車両、ボルト、ナット、その他
	中 形	639	0.7%	
	小 形	11,730	13.7%	
	小 計	12,865	15.0%	
線	バーインコイル	667	0.8%	ボルト、ナット、機械部品、その他 鉄線、牽引メッキ鉄線、金網、くさ、ねじ、リベット、 有線鉄線、びょうら、ジャかご ワイヤーロープ、鋼絞線、ピアノ線、PC鋼線、パネ、 その他
	普通 線	1,098	1.3%	
	特 殊	753	0.9%	
	小 計	2,517	2.9%	
厚	板	12,787	14.9%	造船、車輛、鉄骨、橋梁、重機械、タンク、ボイラー、 送水管、化学装置、建築物
中	板・薄板	183	0.2%	小形船舶、油そう草、車輛、大形ドラム、その他
	小 計	12,970	15.1%	
鉄 間 薄 板 類	鋼 帯	14,504	16.9%	メッキ用原板、自動車用部品、車輛、ドラム缶、一般機 物、家電品、その他
	冷 延 鋼 板	22	0.0%	
冷 間 薄 板 類	冷 延 広 幅 帯 鋼	6,880	8.0%	自動車外板、ほうろう鉄器、家具、建築用品、家電品、 エレベーター、事務用器具、その他
	ぬ が き 帯 鋼	131	0.2%	
	小 計	7,033	8.2%	
冷 延 電 気 帯 鋼	1,964	2.3%	電動機、発電機、トランス、通信機	
フ	リ キ	1,024	1.2%	食缶、石油缶、家庭用品、裝飾品
テ	インプリースチール	805	0.9%	
塗 装	メッキ鋼板	14,857	17.3%	建材用、カンパン、風板、自動車用、その他
他	の金属メッキ鋼板	1,421	1.7%	
	小 計	20,071	23.4%	
鋼 管	熱 間	4,813	5.6%	ガス用、一般用、高圧用、化学工業用、ガス容器、油井用、 水道用、自動車用、建築用、その他
	冷 け ん	364	0.4%	
	メ ッ キ	651	0.8%	
	小 計	5,828	6.8%	
外	輪	78	0.1%	車両、その他
合 計		85,835	100.0%	

平成 19 年(2007)「鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計月報」経済産業省

c. 偏平鋼片(スラブ)

ブルームと同じく主に連鋳機で製造される。寸法はだいたい厚さ 150～300mm、幅 600～2,200mm、長さ 5,000～13,000mm程度である。用途は厚板、中板、薄板、大形形鋼の圧延材料として使用される。

d. 粗形鋼片(ビームブランク)

大形の形鋼の素材として、製品の形状にほぼ近いところまで粗圧延された特殊な半製品である。主にH形鋼、鋼矢板などの圧延に使用される。

(2) 条 鋼

a. 棒鋼(バー)

棒鋼は鋼塊または鋼片を圧延してつくるもので、鋼材の中でもっとも市場性が高い。切断面の形状により丸、平、六角、八角、半円などがあり、そのほか異形棒鋼(デフォームドバー)などがある。また切断面の形状以外に寸法によって大形、中形、小形に分けられており、各品種はそれぞれ径、辺、幅などの寸法が基準になって取り引きされる。棒鋼の中でもっとも需要の多いものは小形棒鋼である。

用途としては、丸鋼(ラウンドバー)は機械、土木、建築、船舶、車両をはじめ、二次製品のみが棒鋼、ボルトナット、リベット、その他用途が非常に広い。角鋼(スクェアバー)は、小形は引戸レール、鉄道用犬くぎなどに使用され、大形、中形は鍛造用品として車両向けが多い。平鋼(フラットバー)はパネ、機械部品、鉄骨、農具、刃物など用途も広く、六角鋼(ヘキサゴナルバー)は主にナット材料に使用される。デフォームドバーは丸鋼に一定間隔おきに節または凹凸をつけたもので、コンクリートバーとして使用される。

b. 形鋼(ストラクチュアルシェープ)

切断面の形状によりいくつかに分類され、大形、中形、小形の3種に大別される。これらの形鋼は棒鋼と並んで、用途の広い品種であるが、小形形鋼では等辺山形鋼が多く、中形では等辺山形鋼、溝形鋼、不等辺山形鋼などが相当部分を占めている。大形形鋼では、H形鋼、溝形鋼、等辺山形鋼が多く、特殊なものもある。このうち、H形鋼は断面がH状をしてI形鋼よりもフランジ幅が長く、しかもフランジ内外面が平行になっていて、断面性能の優れた鋼材である。用途により構造用と基礎杭用に分けられ、前者は建物の梁、柱に、後者は基礎工事に用

使用される。また鋼矢板(シートパイル)は形状が特殊であるため、圧延は他の圧延鋼材に比べて技術的にむつかしいものである。用途は護岸、防波堤、水門など鉄骨を使用する土木建設工事に使用されている。

c. 線材(ワイヤロード)

線材はふつう、断面の直径が寸法の規準になっており、5.5mm程度が標準であるが、棒鋼をコイル状にしたバーインコイルでは、それ以上のサイズまで製造されている。現在では、線材とバーインコイルの区分は明確でなく、その形状から、バーインコイルも線材に含めて考えてさしつかえない。材質としては普通線材、特殊線材、特殊鋼線材等あり、量的には普通線材が多く生産されている。普通線材は鉄線、亜鉛メッキ鉄線、金網、くぎ、ねじ、リベット、有刺鉄線、製線ひょうら じやうこ、鉸螺、蛇龍等に使用され、特殊線材は鑿装線、被覆アーク溶接棒線、鋼より線、ワイヤロープ、ばね、スポーク、かさ骨、みしん針、プレストレストコンクリート用鋼線などに使用される。

d. 軌条(レール)

軌条はその1m当たりの重量によって軽軌条と重軌条に分けられ通常22kg未満のものを軽軌条、それ以上のものを重軌条と呼んでいる。軌条の使用用途は鉄道用軌条、導電用軌条、クレーン用軌条などがある。

(3) 鋼板(プレート、シート、コイル)

鋼板には熱間圧延鋼板(切板状)および鋼帯(コイル状)と冷間圧延鋼板および鋼帯があり、さらに種類としては厚板の中では、厚板、中板、しま鋼板、クラッド鋼板、薄板では熱間圧延薄板、冷間圧延薄板、広幅帯鋼、ブリキ、亜鉛鉄板、アルミメッキ鋼板、特殊被膜鋼板があり、またけい素鋼板がある。

熱延鋼板の中で厚さ6mm以上のものを厚板、3～6mmのものを中板、3mm未満のものを薄板と呼び、広幅帯鋼は幅600mm以上のコイル状のものをいう。

冷延鋼板の中では、みがき広幅帯鋼は幅600mm以上のものでコイル状のものをさし、鋼板と鋼帯では切板(シート)とコイルを区別している。

厚板(スチールプレート)は用途が非常に広く、造船、車両、鉄骨、橋りょう、重機械、タンク、ボイラー、水力送水管、化学工業装置などに主に使用され、とくに造船向けがもっとも多い。しま鋼板(チェカードプレート)は製造方式は厚板