

West Japan Works, JFE Steel

要旨

JFEスチール西日本製鉄所は、旧川崎製鉄水島製鉄所と旧NKK福山製鉄所を統合し発足した。当製鉄所は地理的に隣接して立地する倉敷・福山地区からなり、それぞれの特性を活かした最適生産体制を早期に確立するとともに、量・質ともに世界最大規模の一貫製鉄所をめざす。本報では、西日本製鉄所の特徴に関し紹介する。

Abstract

West Japan Works of JFE Steel is founded as a result of the merger of both Mizushima Works of Kawasaki Steel and Fukuyama Works of NKK, which are geographically proximate to each other. This one of the largest steel works in the world aims at achieving global competitiveness in quality and quantity of products by establishing optimum production systems. This paper describes several features of the West Japan Works.

1. はじめに

JFEスチール西日本製鉄所は、2003年4月1日に発足、旧川崎製鉄水島製鉄所の倉敷地区と、旧NKK福山製鉄所の福山地区からなる。両地区合わせて年間粗鋼量約1800万トンの規模で、多彩な商品レパートリーを有する。また、両地区ともスチール研究所が隣接しており、新商品・新プロセスなどの技術開発力も世界最高レベルである。

2. 経営方針

西日本製鉄所は、世界最大規模の製鉄所として発足した。高度な技術力・実行力を最大限に発揮し、量・質ともに世界No.1をめざす。そのためには、企業理念にある「世界最高の技術」により新たなプロセスの開発、他にない新商品の開発と、設備稼働率を高めその結果収益性を向上させるマネジメント、環境の変動に強い製鉄所作りが必要である。以上により、フロー収益を確実に上げグループに大きく寄与していく。

3. 沿革

3.1 倉敷地区

倉敷地区は1961年に開設され、1967年第1高炉火入れをはじめ、転炉、厚板圧延機が稼働、年間粗鋼生産量200万トンの製鉄・製鋼一貫体制を整えた。その後順次、大形工場、冷間圧延工場、熱間圧延工場、棒鋼工場などを建設

し、1973年の第4高炉火入れ、第6転炉を稼働している。

1970年代後半以降、労働生産性向上を指向し、1976年に全自動化の第2厚鋼板工場、1984年に熱鍍片無人搬送台車システムを有する新ピレット工場および1984年に第1連続焼鈍設備の建設、表面処理鋼板および電磁鋼板の製造設備を整えてきた。現在では年間粗鋼生産量800万トン高炉3基体制で世界最高水準の効率的な生産を実現している(図1)。

3.2 福山地区

福山地区は、1965年に発足し、1966年に第1高炉、1968年に第2高炉と順次高炉を立上げ、1973年には高炉5基および3製鋼体制となった。その間、熱間圧延工場、厚鋼板工場、大形工場を稼働させ、1974年には年間粗鋼生産量1340万トンを記録した。オイルショック後は減産基調となり高炉・製鋼の設備休止が相次ぎ、1986年には640万トンまで落ち込んだ。その後、自動車・容器・家電用薄板を

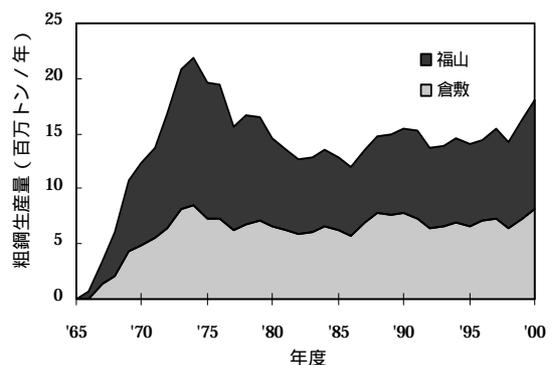


図1 粗鋼生産量推移

主体に高品質化を指向し、溶融亜鉛めっき鋼板、電気亜鉛めっき鋼板、ティンフリースチールおよび電磁鋼板などの製造設備の充実を図った。また、2002年10月には、国内製鉄所として初めての累計出鉄量3億トンという大記録を第1高炉の火入れから36年というスピードで達成した。現在は、第2高炉の再稼働により高炉4基稼働となり、年間

粗鋼生産量1000万トン体制を確立している。

4. 設備概要

西日本製鉄所の設備概要を表1に示す。

表1 設備概要

(2003年4月現在)

区分	設備		倉敷地区		福山地区	
			基数	設備概要	基数	設備概要
製鉄	高炉	高炉 No. (内容積)	3	No. 1 休止中, No. 2 2 857 m ³ , No. 3 4 359 m ³ , No. 4 5 005 m ³ 計 12 221 m ³	4	No. 2 2 828 m, No.3 3 223 m ³ , No. 4 4 288 m ³ , No.5 4 664 m ³ 計 15 003 m ³
	焼結機		3	No. 2, 3, 4 DL式 計 1 005 m ²	2	No. 4, 5 DL式 計 930 m ²
	コークス炉		6	No. 1~6 464 門	3	No. 3, 4, 5 444 門
製鋼	転炉		6	No. 1 180T/回 3基 No. 2 320/290T/回 3基	5	No. 2 250 T/回 3基 No. 3 320 T/回 2基
	電気炉		2	30T/回 (大同レクトメイト) 100T/回 (ダイワ)	-	
	連続铸造	スラブ CC	5	4基 (8 ST), 休止 1基	5	5基 (9 ST)
		ブルーム CC	3	2基 (10 ST), 休止 1基	1	1基 (4 ST)
		ピレット CC	-		1	1基 (6 ST)
	分塊	均熱炉基数, ミル	5+1	均熱炉 5基, ユニバーサルミル 1基	-	
脱ガス	RH脱ガス設備	4		4		
圧延	熱間圧延	ホットストリップミル	1	(幅) 600 - 2 200 mm	2	(幅) 650 - 1 925 mm, 610 - 1 641 mm
		スキンバスミル	2	(幅) 600 - 2 200 mm, 700 - 2 200 mm	3	(幅) 610 - 1 880 mm, 610 - 1 550 mm, 450 - 1 630 mm
		シャー, スリッター	1	シャー : 1, スリッター : 1	1	シャー : 1, スリッター : 1
	冷間圧延	酸洗ライン	1	(幅/厚) 600 ~ 1 600 mm/1.0 ~ 6.5 mm	1	(幅/厚) 600 ~ 1 290 mm/1.2 ~ 4.5 mm
		連続タンデムミル	-		1	(幅/厚) 610 ~ 1 270 mm/0.15 ~ 1.6 mm
		酸洗タンデムミル連続ライン	1	(幅/厚) 600 ~ 1 600 mm/0.15 ~ 3.2 mm	2	(幅) 762 ~ 1 880 mm, 600 ~ 1 650 mm
		連続焼鈍ライン (CAL)	2	(幅) 600 ~ 1 600 mm, 750 ~ 1 850 mm	4	(MAX幅) 1 067 mm, 1 270 mm, 1 650 mm, 1 880 mm
	表面処理	テンパーミル	1	(幅) 600 ~ 1 600 mm	3	(幅) 762 - 1 880 mm, 508 - 1 320 mm, 508 - 1 270 mm
		電気亜鉛めっきライン (EGL)	1	(幅) 700 ~ 1 830 mm	2	(幅) 900 ~ 1 880 mm, 600 ~ 1 650 mm
		溶融亜鉛めっきライン (CGL)	1	(幅) 700 ~ 1 850 mm	3	(幅) 610 ~ 1 880 mm, 610 ~ 1 880, 610 ~ 1 650 mm
		錫めっきライン (ETL)	-		1	(幅/厚) 457 ~ 1 067 mm/0.1 ~ 0.6 mm
		ティンフリースチールライン (TFS)	-		2	(幅) 600 ~ 1 067 mm, 600 ~ 1 260 mm
コーティングライン		1	MCL	1	UCL	
鋼片	電磁	タンデムミル	1	2TA	-	
		熱処理設備	2	方向性/無方向性製造設備一式	1	無方向性用連続焼鈍ライン (EFL)
	鋼片	加熱炉	11	連続式 : 1, バッチ式 : 10	-	
		圧延機	2	粗 : 1, 仕上 (4 スタンド) : 1	-	
	厚板	加熱炉	4	連続式 : 2, バッチ式 : 2	4	連続式 : 2, バッチ式 : 2
		粗圧延機	-		1	5 000 kW
		仕上圧延機	1	8 800 kW (幅) 1 000 ~ 5 350 mm	1	6 500 kW (幅) 1 000 ~ 4 500 mm
	大形	熱処理設備	2	焼炭炉, 焼準焼入炉	3	焼炭炉, 焼準焼入炉, SUS 炉
		加熱炉 (連続式)	1	連続式 : 1	2	(エヌケーケー条鋼)
	中形	圧延機	4	BD : 1, 粗圧延機 : 2, 仕上圧延機 : 1	8	BD : 2, 粗圧延機 : 4, 仕上圧延機 : 2
加熱炉 (連続式)		1	(ダイフスチール)	-		
線材・棒鋼	圧延機	7	BD : 2, 粗圧延機 : 3, 仕上圧延機 : 3	-		
	粗圧延機	8+6+6	粗+中間+仕上 (最終 2 スタンドは 4 ロール)	-		
	線材仕上圧延機	2	10 スタンド (ブロックミル) +3 スタンド (4 ロール)	-		
鑄鍛鋼	鍛錬	プレス	1	6 000 T プレス	-	
製管	UOE	プレス	-		3	C プレス : 1, U プレス : 1, O プレス (45 000 T) : 1
		溶接機	-		10	内面 : 6 外面 : 4
	SPL	スパイラル造管機	-		1	(厚) 6 ~ 30 mm (外径) 600 ~ 2 540 mm
電力	発電設備	(共火) 火力発電機	5	617 000 kW	6	844 000 kW

5. 倉敷地区

5.1 生産状況

倉敷地区では、厚鋼板・熱間圧延鋼板・冷間圧延表面処理鋼板・電磁鋼板・条鋼・半製品などを製造している。2002年度の年間粗鋼生産量は855万トン、各品種の年間出荷量は、厚鋼板183万トン、熱間圧延鋼板239万トン、冷間圧延鋼板・表面処理鋼板・電磁鋼板234万トン、条鋼119万トン、半製品47万トンであった。

5.2 倉敷地区の特徴

倉敷地区は、基礎素材から高付加価値製品まで幅広い製品を生産するとともに、アジア各地への素材供給基地としての役割も担っている。さまざまな工程での連続化・同期化を実現させて、効率的な生産体制を確立し、短納期で多種多様な製品を送り出している。倉敷地区の代表的な特徴は以下のとおりである。

(1) 製鉄

安価原料炭の使用と安定操業による低コスト溶鉄の製造を実施している。また、第2高炉は炉寿命日本一を更新中である(24年)。

(2) 製鋼

低P低S-LF材の多連出鋼を実施している。

世界最高速のスラブ連続鋳造技術を有する。

(3) 厚鋼板

1スタンド-1シャープラインのシンプルな構成による高稼働率・高能率な操業を実施している。

(4) 熱間圧延

スラブ大幅圧下可能なサイジングプレスを有し、厚物用広幅ミルで高能率生産をしている。

(5) 冷間圧延・表面処理

製造範囲がワイドレンジ(板厚0.25~3.0mm、板幅750~1850mm)な連続焼鈍を実施している。

酸洗から倉庫搬入までクレーンレス搬送している。

(6) 電磁

方向性および無方向性電磁鋼板を専用製造している。

(7) 条鋼

外法一定Hの多チャンス化により短納期生産を実現している。

4ロール圧延法による高寸法精度棒鋼・線材サイズフリー圧延を実施している。

(8) インフラ

統合生産計画システムを構築した。

高炉で発生するスラグの有効活用を進め高炉水砕スラグのほかロックウールの製造まで実施している。

製鉄所に隣接し、ゴルフ場、海釣り公園を配する。

以下、特に効率的な生産体制の事例として、フレキシブル出鋼技術、棒鋼・線材サイズフリー圧延技術および、統合生産計画システム構築について、紹介する。

5.3 チャンスフリー化技術の開発

5.3.1 フレキシブル出鋼技術の開発

下工程が必要なものを必要な時に必要な量だけ製造することを可能とするチャンスフリーに対応したフレキシブル出鋼技術を開発した。大ロットの極低硫材は、連連律速工程のLF処理を脱硫改善により短縮し、連鋳時間とのマッチングを図った。小ロット材は、タンデッシュ予熱律速で単発鋳込みとなっていたため、タンデッシュ予熱不要となる最適熱間リサイクル技術を確立した。また、従来出銑成分まで変更して溶製していた高純度鋼を溶銑条件一定のもと、溶銑予備処理する技術を確立した。以上により出銑一定で出鋼チャンスフリー体制を確立した。

5.3.2 棒鋼・線材サイズフリー圧延技術

棒鋼・線材圧延における仕上げサイジングミルとして、4ロール圧延法を世界に先駆けて開発、実機化した。

本技術は、理論上もっとも圧延可能なサイズ範囲が広く、かつ高寸法精度で圧延できる方式である。従来より行われてきた圧延サイズが変わるたびに孔型ロール交換をするという常識を打破する画期的な技術である。実機として棒鋼用ミルを1994年に、線材用ミルを1998年にそれぞれ導入した。

4ロール圧延法開発では2つの課題、「圧延機構造のシンプル化」、「粗粒組織発生の防止」がブレークスルーされた。そのポイントは「2ロール駆動方式の採用」と「ロール軸オフセットによる組織制御」である。

本開発により、真円度に優れ、二次加工性の高い製品の圧延が可能となった。また、サイズフリー化によりパススケジュールの統合、組替回数の削減が実現できている。さらに、本技術と低変形抵抗冷間鍛造用鋼、焼き入れ焼き戻し省略鋼と組み合わせることにより、熱処理を含む二次加工の初期工程の大幅省略が可能となった。第45回(平成10年度)大河内記念技術賞を受賞した。

5.3.3 統合生産計画システム構築

環境変化に迅速に対応するため、リアルタイムスケジューリングシステムおよびラインバランシングシステムを構築した。従来作業に対し、熟練者の暗黙知の標準化によりリアルタイム化し、随時判断・修正を可能とした。また、納期保証と設備最大活用を両立させるため受注オーダーと全所設備能力とのバランスを日々検証する仕組みを構築した。

以上により、リードタイム短縮による短納期を実現した。

6. 福山地区

6.1 生産状況

福山地区では、熱間圧延鋼板・冷間圧延鋼板・表面処理鋼板・電磁鋼板・厚鋼板・UOE 鋼管・スパイラル鋼管・条鋼・レール・半製品など多品種の商品を製造している。2002年度の年間粗鋼生産量は1019万トンで5年連続日本一である。各品種の年間出荷量は、熱間圧延鋼板 295万トン、冷間圧延鋼板 125万トン、表面処理鋼板 194万トン、厚鋼板 108万トン、溶接管 48万トン、条鋼 84万トン、半製品 125万トンであった。

6.2 福山地区の特徴

福山地区は、日本で唯一高炉4基を有し、原料受入れから商品出荷まで直線的に配置され、世界最大規模を誇る。商品レパートリーも多くさまざまなお客様の要求に応えた商品を生産している。高付加価値商品である自動車用鋼板をはじめ薄鋼板の比率が高いのも福山地区の特徴である。また、使用済みプラスチックの高炉吹き込み、蓄熱バーナーの採用など、環境・省エネルギー対策にも積極的に取り組んでいる。福山地区の代表的特徴は以下のとおりである。

(1) 製鉄

5年間連続して国内 No.1 の出鉄量を保っている。

原料能力不足を補う高 PCI、低 Si 操業による安価高品質溶鉄の製造を行っている。

(2) 製鋼

ゼロスラグプロセスによる転炉スラグレス化を行っている。

高品質高速鑄造による連続鑄造機 1次ミルの直行化を行っている。

(3) 熱間圧延

Super-OLAC H など革新技术によって高機能化された1 HOTと連続鑄造機と直線・直結レイアウトされた2 HOTとの2ミル最適運用により商品の高機能・高付加価値化と低コスト化を実現している。

(4) 冷間圧延

国内最大クラスの冷間圧延能力を備え、WQ ハイテンを始め150キロクラスまでの高張力鋼や高炭素鋼を製造している。

(5) 表面処理

自動車用を中心とした高潤滑 GA、環境調和型クロメートフリー鋼板などを製造している。

容器用として、錫めっき・ティンフリースチール、ラミネート鋼板製造ラインを各1基有し、各種ニーズに対応している。

鋼板と樹脂がサンドイッチ構造となった制振鋼板を実用化している。

(6) 厚鋼板

2 スタンドミルの特性を活かし、*Super-OLAC* を適用した TMCP 型鋼板を高効率に製造している。

ステンレス鋼板、クラッド鋼板など高級特殊厚鋼板を製造している。

(7) 条鋼

H形鋼からレールまで多品種の商品を製造している。オンライン熱処理設備により高級レールを製造している。

(8) 溶接管

国内のパイオニアミルで、世界有数の製鉄・製鋼・厚鋼板を含めた高い一貫技術力で高級ラインパイプを製造している。

(9) その他

使用済みプラスチックの高炉原料化を実施している。

以下、特にユニークな例として、*Super-OLAC* 設備、および、ラミネート鋼板について紹介する。

6.3 新オンライン加速冷却システム「*Super-OLAC*」

6.3.1 厚鋼板

OLAC (On-Line Accelerated Cooling) は、1980年に旧 NKK が世界に先駆けて実用化した厚鋼板をオンラインで加速冷却する設備である。少ない添加成分で鋼の強度を向上できるため、鋼板は溶接性に優れ、また大量に生産することができる。1998年、*Super-OLAC* にリプレイスしたが、この *Super-OLAC* の特徴は、理論的限界である冷却速度を達成でき、また均一冷却により材質の均一化、歪の極小化が図られる。そのため、従来 *OLAC* がない強度、靱性、溶接施工性に優れた鋼板の安定製造と製造板厚拡大が可能となった。新商品としてバックルアレスター用耐サワー X65 パイプなどを開発した。その後、*Super-OLAC* は、2000年に形鋼ミルへ、2002年に熱間圧延ミルへ導入された。

6.3.2 形鋼

H形鋼は断面形状が H 字の形になっており、板厚も異なっているため部位別に必要な冷却能力は違ったものとなる。そのため水冷後の歪は著しく大きくなるが、内面冷却を工夫することで歪の発生しない冷却技術を確立した。

6.3.3 熱間圧延

熱間圧延ラインは時速 70 km 以上の速度で鋼板が移動するため、テーブルロールの駆動方法の工夫により、通板性を確保し均一かつ世界最高の冷却速度を実現した。新商品として加工性に優れた高炭素熱間圧延鋼板を開発した。

これらの優れた功績が認められ、*Super-OLAC* 技術は第 49 回(平成 14 年度)大河内記念技術賞を受賞した。*Super-OLAC* 設備は倉敷地区の厚鋼板、形鋼にも導入し、

2003年に稼働する予定である。

6.4 ラミネート鋼板

世界最高速の分速250 m/min以上でフィルムをラミネートできる No.2 TFS ラインでは、このたび2種類の環境調和型低コスト商品を開発し、量産化した。

一つは食缶用ユニバーサルブライトFで、安価かつ食品適合したPETラミネート鋼板であり、内容物が取り出しやすく、加工性に優れた特徴を有する。さらに18ℓペール缶用ユニバーサルブライトEでは、食品のみならず、薬品類にも適応した高耐食オレフィンフィルムも選択できる。

これらを採用してくださったお客様では塗装工程が省略でき、また有機廃液の処理コストも不要で、大幅なコスト削減と環境対応が実現されている。

7. おわりに

JFEスチール西日本製鉄所は、世界最大・最強の製鉄所として生産規模を最大限に活かし、設備・生産・物流の効率化をさらに進める予定である。また、倉敷・福山両地区の融合・一体運営を推進し、今後も世界を視野に入れJFEスチールの収益基盤として責務を果たす所存である。