

# JFE スチール 西日本製鉄所（倉敷地区・福山地区） 形鋼工場の概要

## Outline of Shape Mills at Kurashiki and Fukuyama Districts, West Japan Works of JFE Steel

高橋 英樹 TAKAHASHI Hideki JFE スチール 西日本製鉄所（福山地区）条鋼部条鋼技術室長  
青木 秀未 AOKI Hidemi JFE スチール 西日本製鉄所 鋼材商品技術部形鋼室 主任部員（課長）

### 要旨

JFE スチール発足にともない西日本製鉄所となった倉敷・福山両地区において、形鋼工場は、旧川崎製鉄・大形工場、ダイワスチール・中形工場、旧エヌケーケー条鋼・1大形工場・2大形工場の計4ミルが存在していた。生産効率化の観点より統廃合の検討を進め、2003年10月より倉敷地区 大形工場、福山地区 2大形工場の2ミルに統合した。統合前後の生産状況、福山地区で実施した生産対応工事、および倉敷・福山地区各ミルの概要について紹介する。

### Abstract:

At former Kurashiki and Fukuyama Steel Mills that were merged as West Japan Works when JFE Steel was founded, there were 4 shape mills in this area: Large Shape Mill of Kawasaki Steel, Middle Shape Mill of Daiwa Steel, and No. 1 and No. 2 Large Shape Mill of NKK Bars & Shapes. In order to increase product efficiency, they are consolidated to Large Shape Mill in Kurashiki District and No. 2 Large Shape Mill in Fukuyama District. This paper introduces production status before and after the merger and outline of each shape mill in Kurashiki and Fukuyama Districts.

## 1. はじめに

2003年4月旧川崎製鉄と旧NKKが統合しJFE スチールが発足した。西日本製鉄所となった倉敷・福山両地区においては、旧川崎製鉄・大形工場、ダイワスチール・中形工場、旧エヌケーケー条鋼・1大形工場・2大形工場の計4ミルの形鋼工場について統廃合の検討を進め、2003年10月より倉敷地区 大形工場、福山地区 2大形工場の2ミルに統合した。本編では、統合前後の生産状況および倉敷・福山地区各ミルの概要について紹介する。

## 2. 生産分担と生産量推移

### 2.1 生産分担

倉敷地区・福山地区ともに同系統の生産品種を生産していたため、統合時には外法一定H形鋼をはじめとする比較的大型を生産する工場として倉敷地区 旧大形工場、レール・造船用形鋼をはじめとする比較的中小型を生産する旧エヌケーケー条鋼・2大形工場へ生産品種を分配し、2003

年10月より倉敷地区 形鋼工場、福山地区 形鋼工場の2ミル体制に移行した。表1には地区別の生産品種分担を示す。H形鋼およびU形鋼矢板で両地区に共通する品種があ

表1 地区別生産品種分担  
Table 1 Shape assign of each districts

地区		倉敷地区	福山地区	
工場名		形鋼工場	形鋼工場	
生産 品種	H形鋼	○	○	
	外法一定H形鋼	○	—	
	鋼矢板	U形	○	○
		直線形	○	—
		ハット形	○	—
	一般形鋼	不等辺不等厚山形鋼	—	○
		球平形鋼	—	○
		溝形鋼	—	○
		平行フランジ溝形鋼	—	○
		等辺等厚山形鋼	—	○
	重軌条	—	○	
	フォークリフトマスト形鋼	—	○	

○：製造 —：非製造

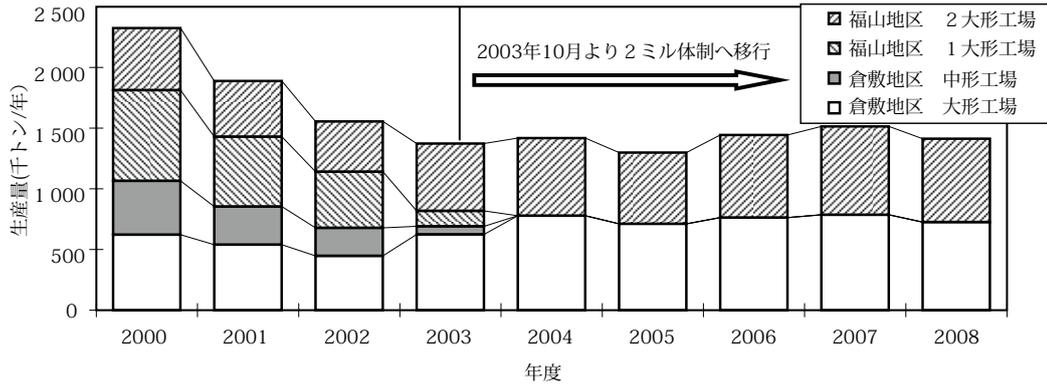


図1 生産量推移

Fig. 1 Change of production amount

るものの、それぞれの地区で得意とする生産品種分担となっている。

## 2.2 生産量推移

統合前後の倉敷・福山両地区における生産量推移を図1に示す。2000年度には両地区の4ミル合わせて230万トンの生産を行ったが、鋼材不況の影響を受け統合前の2002年には150万トンまで落ち込んだ。

統合以降、さらに生産量は落ち込んだものの各地区での生産能力向上対策を実施した結果、現在では統合前とほぼ変わらない150万トンを2ミルで生産できる体制を構築している。次章以降では、各地区の工場概要を述べるとともに至近に実施した生産能力拡大対応工事について紹介する。

## 3. 福山地区 形鋼工場の概要

### 3.1 製造サイズ

福山地区の形鋼工場は、重軌条の製造を目指し1972年3月に旧日本鋼管第2大形工場として稼働を開始した比較的中小型サイズの形鋼を製造する工場である。品種拡大・品種集約を重ね、また統合にともなう品種移管により現在では表2に示すように11品種を製造する多品種製造工場となっている。

## 3.2 設備概要とレイアウト

図2にレイアウトを示す。レールとその他形鋼では精整処理内容が異なるため、鋼片加熱・圧延・熱間鋸断、矯正までは同一ラインを通過させ、ローラー矯正機以降で分離させるレイアウトとしている。レール精整ラインについては、新幹線用ロングレールに対応し50mレール製造可能な設備としている。また、ショット・プライマー仕様に短納期で対

表2 製造品種とサイズ

Table 2 Product shapes and dimension

品 種		製造サイズ
H形鋼	H形鋼	100mm×100mm～400mm×200mm
	覆工板	200mm×200mm
	ストライプH形鋼	150mm×150mm, 200mm×200mm
U形鋼矢板		JFESP <sup>®</sup> -2, 3, KSP <sup>®</sup> -3
一般形鋼	球平形鋼	180mm×9.5mm～250mm×12mm
	等辺山形鋼	175mm×175mm～250mm×250mm
	不等辺不等厚山形鋼	200mm×90mm～450mm×125mm
	平行フランジ溝形鋼	400mm×130mm
	溝形鋼	250mm×90mm, 300mm×90mm
重軌条		37Kg～141RE (69.79kg/m)
フォークリフトマスト形鋼		1t型アウター, インナーレール 6t型アウター, インナーレール

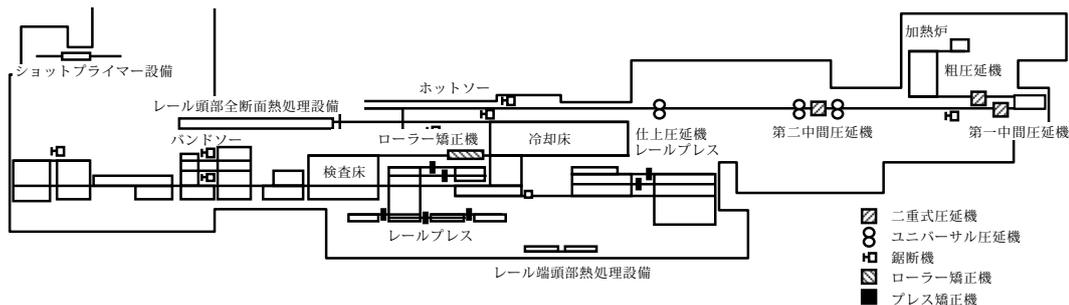


図2 西日本製鉄所(福山地区) 形鋼工場レイアウト

Fig. 2 Layout of Shape Mill at Fukuyama District

表 4 主要設備概略諸元

Fig. 4 Out line of manufacturing facilities

設 備	基数	仕様
加熱炉	1 基	型式：ウォーキングビーム式 能力：150 t/h 炉長×炉巾：23.5 m × 10.7 m
トンダホットソー	1 基	鋸刃寸法：1 800 mmφ ~ 1 600 mmφ × 11.5 mm 鋸刃周速：100 m/s 主電動機：AC220 kW/900 rpm
ホットソー	3 基	鋸刃寸法：1 800 mmφ ~ 1 600 mmφ × 11.5 mm 鋸刃周速：100 m/s 主電動機：AC200 kW/1 200 rpm
レールオンライン熱処理設備	1 基	設 備 長：120 m (30 m × 4 ゾーン)
冷 却 床	4 基	型式：チェーンコンベア式 巾×奥行：25 m × 20 m 積載荷重：Max. 120 t/ 基
ローラー矯正機	水平型	1 基 型式：ローラーピッチ可変式 ロール数：駆動× 4, アイドル× 5 主電動機：DC110 kW-500/1 250 rpm × 4
	豎型	1 基 型式：ローラーピッチ固定式 ロール数：駆動× 4, 補助駆動（油圧M）× 4 主電動機：AC230kW-600/1 200 rpm × 2
形鋼プレス	2 基	能力：横 250 t, 豎 150 t
バンドソー	3 基	刃厚・刃巾・刃長：1.6 mm × 67 mm × 8 840 mm 鋸刃速度：0 ~ 83 m/min
ショットプライマー設備	1 基	型式：蒸気余熱式 能力：6 000 t/ 月
レール端正機	2 基	型式：超硬チップソー 鋸刃径：630 mmφ 最大穴径：34 mmφ
レールプレス	6 基	能力：横 170 ~ 300 t, 豎 80 ~ 250 t
レール端頭部焼入れ設備	2 基	型式：SQ 専用 能力：約 7 min / 本 (25 m, 50 m)
レール UST	1 基	型式：水ジェット垂直パルス反射式 探傷部位：頭頂, 頭側, 腹, 足裏 計 13 個

表 3 圧延機仕様

Table 3 Specification of rolling mill

ミル	ロール径 (mm)	ロール 胴長 (mm)	主電動機 容量 (kW)	回転数 (rpm)	組替 方式
BD	1 050 ~ 875	2 500	AC3 500	50/100	ロール 交換
R1	1 050 ~ 875	2 500	DC4 000	50/100	ロール 交換
R2	S1	1 000 ~ 790	AC4 500	85/180	スタンド 交換
	U1	1 140 ~ 1 050			
	E1	1 000 ~ 780	DC1 500	120/320	
	U2	1 140 ~ 1,055	DC4 500	85/180	
	UV	780 ~ 700	—	—	
F	SF	1 000 ~ 790	DC3 000	65/150	スタンド 交換
	UF	1 060 ~ 990			
	UV	780 ~ 700	—	—	

BD：粗圧延機 R1：第一中間圧延機 R2：第二中間圧延機  
F：仕上げ圧延機

応すべく、ショットブラスト・プライマー塗装設備をオフライン精整に併設している<sup>1)</sup>。圧延機仕様を表 3、主な設備諸元を表 4 に示す。

### 3.3 生産能力向上対応

福山地区では、これまで外法一定H形鋼製造対応工事など1大形工場に対し投資を優先させて実施し、老朽更新を含む2大形工場への投資は抑えてきた経緯があり、統合前には設備劣化による長時間トラブルが増加していた。また、圧延、精整ラインともに機能は陳腐化し、自動化などの遅れが目立っていた。そのような状況下で2003年に実施した形鋼ミルの統合にともない、それまでエヌケーケー条鋼1大形工場にて生産していたH形鋼400×200、300×200、250×175、200×200およびダイワスチール中形工場で生産していた覆工板、ストライプH形鋼の2大形工場としては大きなサイズが移管され、かつ生産要望量も増加したことから2大形工場のリフレッシュ工事を統合以降段階的に実施してきた。大まかには、以下の3段階に分けることができる。

- (1) 移管サイズ対応工事
- (2) 圧延・精整ラインの老朽更新・自動化工事
- (3) オフライン精整の能率向上工事

以降、各段階で実施した工事の概況を紹介する。

#### 3.3.1 移管サイズ対応工事

統合にともなう圧延サイズ拡大およびH形鋼増産要望に対応するため、2003年に主要設備の強度アップを主に実施した。

- (1) 第二中間圧延機（ユニバーサルミル）の強度アップ：H形鋼のサイズが大きくなるため、主圧延機であるユニ

バーサルミルの強度アップ、ガタ補修を実施し高負荷対応を図った。

- ・ユニバーサルミル⇔エッジングミル間のブリッジガイド強度アップ
- ・縦ロール用ロードセル容量アップ
- ・ロールバランス容量アップ
- ・ユニバーサルミル機械精度復旧

(2) ホットソー搬送テーブルローラーの硬質化：H形鋼の増産にともないテーブルローラーに接触磨耗による段付が発生する。同一ラインをレールも通過するため、その段付部で疵を発生させる可能性があり、ホットソー廻りの搬送テーブルローラーを硬質化した。

(3) H形鋼用ウェブマーキング装置導入：H形鋼増産にともない、これまで端面塗色で対応していた建築構造用圧延鋼材（S N規格）の表示および製造者マークをH形鋼のウェブ中央部にマーキングするためのマーキング装置をダイワスチールより転用・設置した。

### 3.3.2 圧延・精整ラインの老朽更新・自動化工事

2004年～2006年にかけてリフレッシュⅠ期工事として圧延・精整ラインの老朽更新・自動化を中心とした設備工事を実施した。また、一部の設備については休止したダイワスチールからの流用を行った。

(1) 老朽更新：劣化・陳腐化が著しい電気・制御系を中心に実施

- ・粗圧延機主機：休止したダイワスチールから三菱電機（株）製AC 3500 kWを流用した。
- ・第2中間圧延機主機：容量は4500 kWのままで交流化した（（株）東芝製）。
- ・圧延プロセスコンピュータ（プロコン）：これまで圧延ラインのトラッキングおよび熱間鋸断システム用としてのみ使用していた圧延プロコンをミル自動セットアップ機能を付与し圧延ライン全体を監視するプロコンへ更新した（（株）日立製作所製：IWS H-7765-75）。
- ・ロール旋盤NC：圧延増にともないロール旋削本数が増加したため、これまでテープ読み取り式のNC（数値制御）から、CNC（コンピュータ数値制御）タイプに変更した（ファナック（株）製15T）。
- ・その他、腐食配管・搬送テーブルモーターなどの更新を実施した。

(2) 自動化：手動操作・調整の多い運転業務を自動化＋遠隔操作化を実施

- ・燃焼制御自動化：これまでの流量制御方式から抽出ピッチを反映した材料昇熱温度推定による炉温設定制御に変更し、材料の抽出温度的中精度向上および手介入作業の削減を図った。
- ・ミル自動セットアップ：プロコン更新にともない各スタンドのセットアップ（圧下、圧延速度、サイドガー

ド位置など）をプロコン指示化し、これまでオペレーターが入力していた初期設定作業を解消した。

- ・トングホットソー製品位置合わせ自動化：全て手作業で実施していたトングホットソーでのクロップ切断について、大まかな位置合わせのみセンサー増設により自動化し、H形鋼圧延時第一中間圧延機監視とトングホットソー運転を兼務している作業者の作業負荷を軽減した。
- ・加熱炉入出側運転室統合：材料確認用モニター、加熱炉入出側設備運転用操作盤、自動燃焼制御操作盤などを粗圧延運転室に移設、集約することにより、加熱炉入出側運転室を無人化した。
- ・冷却床入側運転自動化：冷却床入側テーブルのインバーター制御化＋センサー増設により手動操作で実施していた冷却床装入時の製品位置合わせおよび装入作業を自動化した。
- ・粗圧延セラー遠隔監視化：これまでセラーまで行って確認していたセラー情報を粗圧延運転室内に表示し作業負荷の軽減を図った。

上述のために下位のシーケンサー更新およびセンサーを増設した。

- ・検査床回りロボット導入：手作業で行っていたラベル貼付、断面塗色作業について、レイアウト変更およびロボットを導入し自動化した。
- ・自動吊具導入：主要搬出棟について、Cフック回転型自動吊具を導入し、作業による玉掛け不要およびクレーン玉掛け能率の向上を図った。

(3) 能力増強：能率・稼働率の向上で増産要望対応を実施

- ・加熱炉抽出ピッチ短縮化：鋼片ごとの圧延長、ホットソーでの切断回数を考慮した最短の抽出ピッチを計算するシステムを導入した。
- ・組替時間短縮：ロール組替方式である粗圧延機、第一中間圧延機にオートカプラーを導入し、人手による接続作業を省略し、ロール組替時間の短縮を図った。
- ・圧延調整時間短縮：粗圧延機の上下ロール軸方向調整作業を遠隔操作化するとともに第一中間圧延機へショッククランプ装置を導入し、軸方向の調整作業をこれまでの機側操作から運転室内操作へ変更し、調整時間の削減を図った。
- ・熱間鋸断ロジック変更：品種に応じた最適鋸断ロジックを構築し、パイリング率の向上、ホットソー切断ネック解消を図った。
- ・バンドソー増強：増産にともない冷鋸能力が不足することから、新規に1台バンドソーを導入した。
- ・結束機導入：ダイワスチールで使用していた自動結束機を転用し、H形鋼、球平形鋼で実施していた番線結束をオンラインで実施するように変更した。

- ・ 搬出能力増強：製品の搬出口拡大のため、製品手入場・フォークリフトマスト材処理場を旧1大形工場へ移設し、その跡地のヤード南端に台車通路を新設した。また、ミルエンドまで搬送テーブルを延長、その南北に搬出用の移送床を新設し、搬出口を開口した。

### 3.3.3 オフライン精整の能率向上工事

2007年～2009年にかけてリフレッシュⅡ期工事としてオフライン精整の能力向上を目的とした設備工事を実施した。

- (1) ヤード作業効率化：造船用形鋼で実施している工場ヤード内作業をオンラインで実施するように変更した。主として、バーコードスキャナー、ラベルプリンター、ハンディー打刻機、刻印選択システムを導入し、造船形鋼の70%をオンラインで打刻するように変更し工期短縮を図った。
- (2) 冷鋸増強：丸鋸からバンドソーに更新するとともに、バーコードスキャナーを冷鋸入側に設置し切断長を自動設定させた。また切断後の製品長を自動測定する設備を導入し切断時間および付帯作業を削減するとともに冷鋸待ちによる仮置き作業を解消した。
- (3) 仕掛材搬出ルート変更：疵取りなどオフライン精整で処理が必要な仕掛材についてレール精整から搬出できるよう搬送設備を改造し一級材と仕掛材が同一ラインを流れないように変更した。
- (4) 品質情報ネットワーク：これまで手書き帳票および電話連絡で実施していた各検査場所の情報を電子情報として入力・伝送することにより早期の調整作業による手入材発生抑制および要手入材の流出防止を図った。

## 3.4 設備投資効果

統合以降、前述のように生産能力向上対応工事を推進してきた結果、**図3**に示すように統合前の2001年度には90 t/hしかなかった圧延能率が、2008年度には23%増の112 t/hまで向上し、増産要望に対応できている。

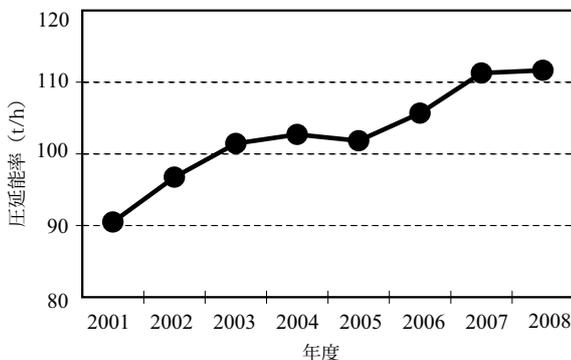


図3 年度別圧延能率推移

Fig. 3 Change of rolling productivity

合わせて自動化を進めた結果、加熱炉からオフライン精整までの多岐に渡り、省力化を進め、労働生産性も合わせて向上できている。

その他、鋸断システム変更などにより歩留りの向上、並びに直行率の改善も達成することができた。

## 4. 倉敷地区 形鋼工場の概要

### 4.1 製造サイズ

1961年葺合工場で国内最初のユニバーサルミルによるH形鋼製造を行った経験を基とし、1967年1月より倉敷地区に大形工場建設の計画を開始し、1968年6月H形鋼300 mm × 300 mmを皮切りに約3ヶ月間で国内ではH300 mm × 150 mm、輸出ではH10" × 10"（代表サイズ：H260 mm × 256 mm）以上の大型H形鋼の試圧を完了し本格生産に入った<sup>2)</sup>。

現在、倉敷地区 形鋼工場では建築・土木用途向けのH形鋼と鋼矢板を生産しており、スーパーハイスレンド<sup>®</sup>H形鋼42シリーズ、H形鋼34シリーズ（極厚H形鋼3シリーズ、ストライプH形鋼2シリーズ、JグリップH<sup>®</sup>形鋼1シリーズ、インチH形鋼10シリーズを含む）、U形鋼矢板12シリーズ（Jポケットパイル<sup>®</sup>2シリーズを含む）、ハット形鋼矢板2シリーズ、直線形鋼矢板（JES<sup>®</sup>形鋼<sup>3)</sup>）1シリーズのラインナップを揃えている。

近年の建築・土木向け鋼材製品への要求に、高施工性、高経済性が挙げられ、施工工数が省略可能な新断面形状製品の開発、寸法精度の向上、サイズレパートリーの拡充、高強度材の開発によって、これらの要求に応えている。

新商品開発の歴史を**表5**に示す。

建築用途での高施工性の要求に応えるため、仕上圧延機

表5 新商品開発の歴史

Table 5 History of development new products

暦年	生産を開始した新商品
1980	重防食鋼矢板
1984	SRC用H形鋼（ハイスレンドH形鋼）
1988	直線形鋼矢板（幅500mm）
1989	外法一定H形鋼：スーパーハイスレンド <sup>®</sup> H形鋼
1992	フランジ幅350・400mmサイズスーパーハイスレンド <sup>®</sup> H形鋼
1996	TMCP <sup>*1</sup> 極厚H形鋼（RT325/355 <sup>*2</sup> ）
1997	広幅鋼矢板の生産開始
1998	極厚H形鋼（700×500シリーズ）
1999	ウェブ高さ950・1000mmサイズスーパーハイスレンド <sup>®</sup> H形鋼
2003	JグリップH <sup>®</sup> 形鋼の生産開始（ <b>図4</b> ）
2004	Jポケットパイル <sup>®</sup> の生産開始（ <b>写真1</b> ）
2005	ハット形鋼矢板の生産開始

\*1 Thermo-mechanical control process：加工熱処理

\*2 現在はHBL-JH325/355

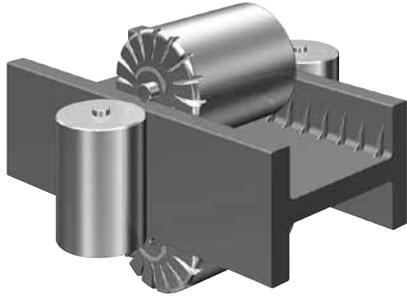


図4 JグリップH®  
Fig.4 J-grip H

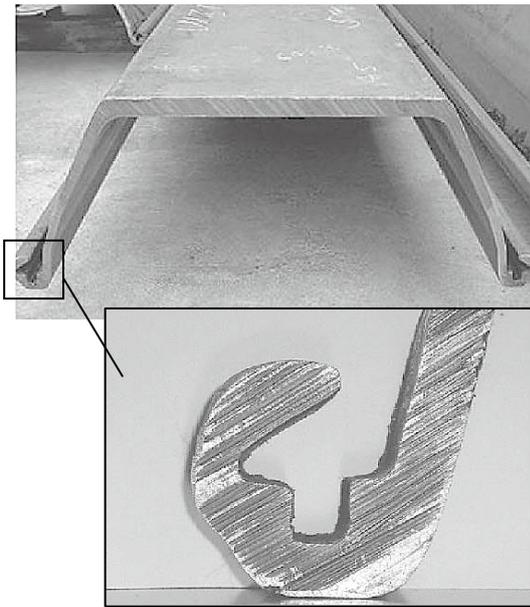


写真1 Jポケットパイル®  
Photo 1 J pocket pile

のロール幅を可変とする装置を開発し、外法を一定とする画期的なH形鋼の製造に成功し、1989年外法一定H形鋼（スーパーハイスレンド® H形鋼）の製造販売を業界に先駆けて開始した。

また、高経済性の要求に応えるため、顧客ニーズを反映したサイズレパートリーの拡充も進めている。隣接する鋼片工場では、造塊材や連铸スラブ材から大型ビームブランク

鋼片の製造が可能であり、これを活用して、1998年には700×500シリーズの極厚H形鋼の製造を開始、1999年にはウェブ高さ1000mmという国内最大サイズの外法一定H形鋼の製造を開始した。

土木用途では、近年の環境保護規制強化の要求の高まりに対して、環境保護と経済性を両立するための商品として、継手部に幅×深さが10mm×10mmの溝が形成され、止水ゴムあるいはシリコンによる止水施工が容易に行うことが可能なJポケットパイル®を開発し、2004年より製造販売を開始した。

#### 4.2 設備概要とレイアウト

表6にH形鋼製造時の主要設備概要を、図5に倉敷形鋼工場のミルレイアウトを示す。粗ユニバーサル圧延機、エッジング圧延機はガイド設備の遠隔自動設定、型替作業の自動化が可能となっており、短時間での型替が可能である。これにより、小ロット多サイズ製造への対応が可能となり、サイズレパートリーの拡充を図ることができる。

また、倉敷地区 形鋼工場の特長の1つとして、オンライン寸法計の充実が挙げられる。粗圧延後の断面形状を測

表6 倉敷地区 形鋼工場の圧延機仕様

Table 6 Specification of Rolling Mill at Kurashiki District

ミル		ロール径 (mm)	ロール胴長 (mm)	主電動機容量 (kW)	回転数 (rpm)	組替方式
BD	H	1300	2800	DC6000	100	ロール交換
	SP	1450	2800			ロール交換
NHU (S1)	H	1550	956～231	DC6200	140	ロール交換
	SP	1480	2500			スタンド交換
E1 (S2)	H	1150	2500	DC6200	140	ロール交換
	SP	1480	2500			スタンド交換
UF (SF)	H	1333	920～220	DC3100	140	スタンド交換
	SP	1480	2500			スタンド交換

BD：粗圧延機 NHU・E1：中間圧延機 F：仕上げ圧延機

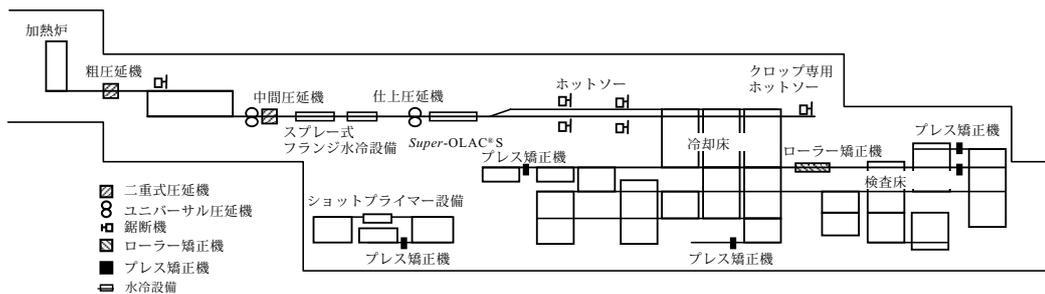


図5 西日本製鉄所（倉敷地区）形鋼工場レイアウト

Fig.5 Layout of Shape Mill at Kurashiki District

定する粗圧延機の熱間寸法計，仕上圧延後の製品断面寸法を測定する仕上げ圧延機の熱間寸法計，冷間矯正後の断面寸法と形状を測定する冷間寸法計を有しており，品質保証と品質改善に加え，新製品の開発にも活用されている。

また，最新設備としては，全温度域で核沸騰冷却を可能とすることにより均一冷却と同時に高冷却能を達成できる *Super-OLAC*<sup>®</sup> S を 2003 年に設置するとともに，2005 年にはクロップ専用ホットソーを設置し，既存のホットソーでのクロップ鋸断が省略でき，H 形鋼の圧延長を延長することが可能となった。これにより，生産能力向上が達成されるとともに歩留りも向上した。

## 5. おわりに

形鋼ミルの統廃合により，西日本製鉄所 倉敷地区 形鋼工場，福山地区 形鋼工場の 2 ミル体制になった。統合以降既に 7 年が経過し，その間設備改善を進め，増産要望

に対応できる操業を継続している。至近の仕様厳格化，高強度化，高精度化などお客様満足度を向上させるべく今後ともに技術改善，設備改善を進める所存である。

### 参考文献

- 1) 日本鋼管技報. 形鋼特集号. 1973, no. 59.
- 2) 田村寿恒. 川崎製鉄技報. 1972, vol. 4, no. 2, p. 302-311.
- 3) 三浦啓徳ほか. 川崎製鉄技報. 2002, vol. 34, no. 4, p. 188-194.



高橋 英樹



青木 秀未