

# JFE スチールの棒鋼・線材の製造プロセスと商品の特徴

## Manufacturing Processes and Products of Bar and Wire Rod in JFE Steel Group

小川 隆生 OGAWA Takao JFE スチール 棒線セクター部長  
白神 哲夫 SHIRAGA Tetsuo JFE 条鋼 研究主監・博士(工学)

### 要旨

JFE スチールは、グループ企業と協力して、棒鋼・線材および棒鋼・線材関連製品を製造販売している。幅広いお客様の要望に対応するために、各分野に対応した特徴ある商品とその製造プロセスを有している。本稿では、JFE スチールの製造プロセスの特徴を概説するとともに代表的な製品の紹介を行う。

### Abstract:

JFE Steel and associated companies have been manufacturing and selling bar & wire rod and related products. JFE Steel Group have developed distinctive products and manufacturing processes to support a wide range of request by customers. This paper outlines the manufacturing processes and typical bar & wire rod products in JFE Steel Group.

## 1. はじめに

2003年4月、旧川崎製鉄と旧NKKの経営統合により、JFE スチールグループの特殊鋼棒線の製造拠点はJFE スチール西日本製鉄所倉敷地区およびJFE 条鋼仙台製造所となった。ともに原材料の受入れから、製鋼・圧延・製品輸送にいたるまで一貫管理体制で製造されている。倉敷地区は高炉、仙台製造所は電気炉製造であり、それぞれの利点を生かし、相互に補完しながらグループ全体として幅広い品種に対応している。

2007年度ではグループ全体の棒鋼・線材生産量は年間約152万トンまで増加し、統合前に比べ30%増加している。

以下に、JFE スチールグループの技術的な特徴と商品について最近の動きを中心に紹介する。

## 2. 製造プロセスの特徴

### 2.1 西日本製鉄所倉敷地区

西日本製鉄所倉敷地区の製鋼は200tの大型転炉-連続鋳造設備と造塊設備の両方を有していることを最大の特徴としている。これを用いて低炭素鋼から高炭素鋼、合金鋼までの広範囲の鋼種の製造を可能としている。また、主に高炉溶銲を使用した溶銲予備処理と強攪拌真空脱ガスを駆

用することで軸受鋼を中心とした高纯净度鋼の製造を行ってきた<sup>1)</sup>。さらに2007年12月にLF (ladle furnace) 設備を導入し、より自由度の高い高纯净度鋼の製造を可能とした。

表1に各工場の製造可能範囲を示す。倉敷地区鋼片工場において丸鋼φ420mm、角鋼は□750mmまでの世界最大級の太径製品を圧延により製造可能としている。これは太径丸鋼専用自動精整設備を整備し、一貫製造工程を確立することで可能となった。また、丸ビレットの表面全自動探傷による高品質素材製造とビレットピーリング設備により表面疵・脱炭のない棒鋼・線材の製造を可能としている。

棒鋼・線材の圧延は、角ビレット・丸ビレットの両方を素材として開発した4ロールミルによる圧延を特徴としている。4ロールミルは大河内記念技術賞を受賞した独自技術で広範囲のサイズフリー圧延を可能とし、さらに直角度や対辺寸法精度良好な四角線材を製造可能である。4ロール圧延の幅拡がりの少ない特性を生かして精密圧延を可能とし、最小径4.2mmまでの製造が可能となり、二次加工での伸線省略化に貢献している<sup>2)</sup>。

### 2.2 仙台製造所

仙台製造所は2008年リフレッシュ工事により130tの環境調和型高効率電気炉(エコアーク炉)の導入や、自家発電や加熱炉など所内の全燃料をLNG化するなど、CO<sub>2</sub>削減に十分配慮した設備の導入を進めている。また、今回のリフレッシュにより棒鋼工場・線材工場の素角を□160mm

2008年12月4日受付

表 1 製造可能範囲

Table 1 Manufacturing facilities for bar and wire rod in JFE Steel Group

		(mm)	
製造工場	製品	西日本製鉄所（倉敷地区）	仙台製鉄所
鋼片工場	丸鋼	φ95～420	φ130～200
	角鋼	□250～750	—
棒鋼工場	直棒	φ16～90	φ17～120
	バーインコイル	φ16～38	φ13～55
線材工場	四角線材	□12.7～27	—
	線材	φ4.2～19	φ5～16

に統一し、より効率的な製造を進めている。線材加熱炉のリフレッシュ、圧延設備の増強により線材の表面疵対応が一段と進化した。また、従来の3ストランドから2ストランドに変更することにより、高品質かつ高能率化工事を完了した。

棒鋼精密圧延に対応するため KOCKS 社製 3 ロールミルを有し、また独自のオンライン冷却設備による特徴ある商品群を生み出している。棒鋼工場には粗圧延機、中間圧延機、仕上げ圧延機の後に浸漬管冷却からなる水冷帯を配置している。この内、主として仕上げ圧延機後に設置している製品水冷装置を使用し、表層部を直接焼入れし、水冷装置通過後に鋼材内部の保有熱で自己焼もどしさせた棒鋼製品群を製造している。線材工場にはミスト噴射装置を有し、ミスト冷却によるダイレクトパテンティングを可能としている<sup>3)</sup>。

### 3.1 JFE スチールと JFE 条鋼の主要商品

両社では、先に述べたような製造設備の特徴を有効に生かし、相互に補完して、棒線の多様な用途に応える商品群を製造している。倉敷地区は高炉溶銑を主原料とすることから、軸受鋼、炭素鋼を主に製造し、またグループ会社の JFE テクノワイヤと連携して高強度せん断補強筋を製造している。仙台製造所は電気炉製造により、快削鋼、合金鋼、非調質鋼に特徴ある商品群を所有している。

### 3.2 軸受鋼

倉敷地区では高纯净度軸受鋼の製造に加えて、転動環境下におけるマイクロ組織損傷の発生機構に着目し、新たな設計手法に基づく中炭素軸受鋼、常中温域での転動疲労寿命に優れた軸受鋼などを開発し商品化している。また、先述した 4 ロールミルを活用した φ4.2 mm までの細径軸受線材を製造している。

### 3.3 快削鋼

仙台製造所では、従来より鉛含有鋼製造可能な設備を有しており、快削鋼を製造してきた。近年の地球環境問題から、鉛を含まない非鉛快削鋼の開発を進め、工程生産を

行っている。プリンターシャフトなど多用されている低炭素系の AISI12L14 代替としては、Cr 添加により硫化物系介在物を制御し、被削性を向上した非鉛快削鋼を開発した<sup>4)</sup>。また、鍛造用途にも適用可能な非鉛快削鋼としては BN を晶出した鋼を開発した<sup>5)</sup>。また、倉敷地区では冷鍛性と被削性の両立を目的に黒鉛析出を利用した非鉛快削鋼も開発した。

### 3.4 合金鋼

肌焼合金鋼として多様な要求特性があるが、開発鋼について紹介する。浸炭二相鋼は Si、V 添加により Ac3 変態点を高め、通常浸炭温度での浸炭後の内部組織をフェライト・マルテンサイトの二相組織としている（浸炭部はマルテンサイト単相）。これにより、浸炭後の焼入れによる変形量を少なくし、低歪化と同時に高面圧下での耐ピッチング性向上を達成している。

また、高周波焼入れ用鋼としては、従来より焼入れ部のオーステナイト結晶粒を微細化することにより、靱性と疲労強度の向上を狙う微細粒鋼を開発した。

### 3.5 非調質鋼

炭素鋼、合金鋼の熱処理省略可能な非調質として熱間鍛造用と直接切削用を商品化している。熱間鍛造用は Ti の適量添加により結晶粒成長を抑制して靱性を確保し、V 添加により強度を確保している。フェライト・パーライトの二相組織タイプの THF シリーズと低炭素化により靱性を向上させ、ベイナイト組織とした TBH シリーズがある。また、直接切削用としては倉敷地区製造設備を活用した NH シリーズがあり、太径丸鋼の非調質鋼を製造している。仙台製造所の棒鋼仕上げ圧延後水冷装置で直接焼入れし、自己焼もどしにより表層部は焼もどしマルテンサイト、内部は微細なフェライトパーライト組織を形成した TQF 鋼も商品化されている。

### 3.6 バーインコイル・線材

倉敷地区では JFE テクノワイヤと連携して、溶接閉鎖後の延性に優れた降伏強さ 1 275 MPa 級せん断補強筋と冷却

を制御して、省合金化を達成した 785 MPa 級せん断補強筋を開発、工程化している。また、仙台製造所のミスト冷却設備を活用したオフラインの鉛パテティング省略可能な TMP 線材も商品化している。

#### 4. おわりに

JFE スチールは、お客様の多様な要望に応えられる商品と製造設備を有している。現在もさまざまな技術開発を精力的に実施し、環境に優しい商品づくりを目指していきたい。本特集号では、最近の技術開発の成果を中心に紹介する。

##### 参考文献

- 1) 水藤政人, 相沢完二, 有吉政弘, 永井亮次, 西川廣, 大宮茂. 川崎製鉄技報. 2002, vol. 22, no. 3, p. 143-149.
- 2) 桜井智康, 坂本俊夫, 武田了. 川崎製鉄技報. 2002, vol. 34, no. 1, p. 7-11.
- 3) 村上俊之, 大和田能由, 玉井豊, 白神哲夫. NKK 技報. 2001, no. 174, p. 46-51.
- 4) 村上俊之, 白神哲夫, 三瓶哲也, 及川勝成, 石田清仁. までりあ. 2004, vol. 43, no. 2, p. 136-138.
- 5) 村上俊之, 白神哲夫, 山根八洲男. までりあ. 2006, vol. 45, no. 2, p. 144-146.



小川 隆生



白神 哲夫