

## 表面性状に優れた高級特殊鋼製造プロセスの開発

Development of Manufacturing Process for High-Grade Special Steels  
with Excellent Surface Properties

## 1. はじめに

JFE スチール西日本製鉄所（倉敷地区）の線材・棒鋼工場で使用されるビレットの断面を正方形から円形にすることによって、ビレット表面検査の自動探傷を可能にするとともに検出の高精度化を実施した。表面検査は漏洩磁束探傷を採用し、最小検出欠陥は深さ 0.3 mm、長さ 10 mm である。ビレットの表面手入はグラインダー（砥石研削、疵部のみ）にて実施する。この探傷装置と手入れグラインダー、最終の磁気探傷を連続ライン化して高精度探傷と高能率を両立した。

自動車市場の拡大により自動車部品用高級鋼の需要が高まっており、それに伴い脱炭及び表面疵の保証要求が厳しい需要家が増加している。そのような厳格材に対しては、上記の漏洩磁束探傷ではなくピーリング設備にて外周切削を施し、脱炭層や漏洩磁束探傷では検出できない微小な表面疵の除去を実施している。更に、ピーリング後の表面疵を保証するために渦流探傷機を導入している。

線材・棒鋼工場では、粗圧延列にフラットロールを用いたカリバーレス圧延を適用している。これにより、製品サイズの変更のための粗圧延列の型替を最小限とし、パスラインセットのバラツキ発生を抑制し表面疵の削減を実現した。以下にその内容について紹介する。

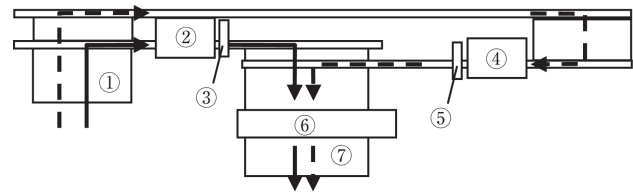
## 2. 鋼片工場ピーリング

## 2.1 ピーリングライン構成

図 1 にピーリングラインのレイアウトを示す。鋼片工場ではピーリングラインの処理能力の向上を目的に 2014 年に No. 2 ピーリング機を増設しており、ピーリング 2 機体制としている。No. 1・No. 2 ピーリング機は給材テーブルを共有化しており、それぞれのピーリング機で切削後に集材テーブルの前で再び合流する。ピーリング後の表面検査は目視検査を前提としていたが、品質保証レベルを向上させるためにピーリングライン出側の検査テーブルに設置した渦流探傷機（Eddy Current Testing, ET）で検査する<sup>1)</sup>。

## 2.2 ピーリング設備

線棒製品向けビレットに対しては直径 175 mm の圧延径



- ① Feeding material bed
- ② No.1 Peeling machine
- ③ No.1 Profile meter
- ④ No.2 Peeling machine
- ⑤ No.2 Profile meter
- ⑥ Eddy Current Testing (ET)
- ⑦ Carry out bed

図 1 ピーリングラインレイアウト

Fig. 1 Layout of peeling line

表 1 ピーリング設備の主仕様

Table 1 Main specifications of peeling machine

Equipment	Specification
Method	Bite turning type
Inlet diameter (before cutting)	φ90-220 mm
Exit diameter (after cutting)	φ85-210 mm
Length	5 500-12 600 mm

から直径 171 mm まで片側 2 mm のピーリングを実施する。ピーリング機の主仕様を表 1 に示す。バイトが 3 つのカッターヘッドを十字の位置に 4 つ配置し、それを回転させ 1 パスで仕上径にする。それぞれのピーリング機の出側にレーザー寸法計が配置されており全長の径測定を自動で実施している。

径の測定結果が目標範囲から外れた場合には自動で次工程に搬出できないようになる仕組みとした。

## 2.3 渦流探傷機

ET の主な仕様を表 2 に、構成図を図 2 に示す。検査材を回転させながら探傷ヘッドを長手方向に走査させることで全周検査を実施している。センサプローブには ET センサーが 10 mm ピッチで 10 個配列されており深さ 0.3 mm、長さ 10 mm の欠陥を信号雑音比（Signal-Noise Ratio, S/N 比）3 以上で検出可能である。渦流探傷装置は励磁コイルと検出コイルから構成される相互誘導形コイル方式で E 型形状のフェライトコイルを採用している。ET は漏洩磁束探傷法と

表2 ETの仕様

Table 2 Main specifications of ET

Equipment	Specification
Method	Billet turning type
Accuracy	Depth: 0.3 mm Length: 10 mm
Probe	Eddy current 10 channels×1 head
Marking gun	1 unit

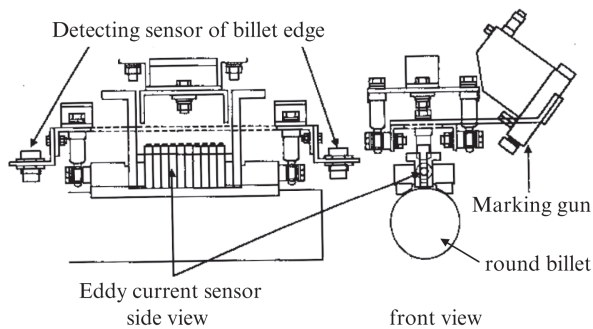


図2 渦流探傷機の構成図

Fig. 2 Schematic of ET

比較すると、検出能力が優れているが表面性状の影響を受けやすいというデメリットがある。そこで、前工程にてピーリングすることで検出能力の高いETの採用が可能となった。欠陥を検出した場合は、欠陥部にマーキングを行い、その部分をグラインダーによって手入れを実施する<sup>2)</sup>。

### 3. 線材・棒鋼工場カリバーレス圧延

線材・棒鋼工場は、 $\phi 4.2\sim 90$  mm と多くの製品サイズを製造し、素材サイズもピーリング実施の有無によって異なる。素材や製品サイズの変更に応じた頻繁なロール組替え作業を削減するために、加熱炉抽出後の8スタンド分をフラットロールで圧延するカリバーレス圧延を導入した。

カリバーレス圧延を導入することで、ロール組替えを削減し、高い生産性での製造を可能とした。また、カリバーレス圧延は1度型を決めればロールの摩耗限界までロール組替えが不要となる。これにより、パスラインのセットのバラツキの発生を抑制し表面疵の削減を実現した<sup>3)</sup>。

### 4. おわりに

鋼片工場においてピーリング設備と渦流探傷機を導入することで、品質保証レベル向上し高品位のビレットの製造を可能にした。また、線材・棒鋼工場においてカリバーレス圧延を導入することで高い生産性での疵レス圧延を実現した。

今後も造り込み技術や品質保証体制の更なるレベルアップなどにより品質の向上を推進していく。

#### 参考文献

- 1) 大谷義則, 福高善己, 中島力. 川崎製鉄技報. 2002, vol. 34, no. 1, p. 17-20.
- 2) JFE 技報. 2009, vol. 23, p. 67-68.
- 3) 柳沢忠昭, 田中輝昭, 野田昭雄, 武田了, 森田俊, 林宏之. 川崎製鉄技報. 1982, vol. 14, no. 3, p. 324-333.

#### 〈問い合わせ先〉

JFE スチール 条鋼部 条鋼技術室  
TEL: 086-447-3132 FAX: 086-447-3111