

JFE スチール 厚板 3 工場の技術と商品

Technologies and Products of 3 Steel Plate Mills in JFE Steel

西田 俊一 NISHIDA Shun-ichi JFE スチール 西日本製鉄所 厚板・鋳鍛部 厚板・鋳鍛技術室長
松岡 俊夫 MATSUOKA Toshio JFE スチール 西日本製鉄所 厚板部 厚板技術室長
和田 典巳 WADA Tsunemi JFE スチール 厚板セクター部 主任部員(副部長)

要旨

JFE スチールの厚板工場は、東日本製鉄所 京浜地区、西日本製鉄所 倉敷地区、福山地区の 3 地区にあり、それぞれの工場の特徴を活かした効率的な運用を可能としている。高強度・高施工性・高機能性などの高度な要求性能を満足するために最新鋭の製造技術を開発し、高性能・高品質な商品を需要家に提供している。

Abstract:

JFE Steel has 3 steel plate mills which are located at Keihin District of East Japan Works and Kurashiki and Fukuyama Districts of West Japan Works. Each plate mill is efficiently operated with making the best of its feature of equipment, technologies and location. JFE Steel has developed a lot of new technologies on steel plate production for satisfying customers' requirements, such as mass-production, quicker delivery, more precise dimension, heavier gauge, higher strengthening and better weldability.

1. はじめに

2003 年、旧川崎製鉄と旧 NKK の経営統合により、JFE スチールの厚板製造は 3 工場体制となり、年間生産能力 560 万トンの国内で最大の厚板サプライヤーとなった。

この厚板 3 工場は、東日本製鉄所の京浜地区、西日本製鉄所の倉敷地区、福山地区の 3 地区にあり、地区別および分野・用途別にそれぞれの工場の特徴を活かし、高性能かつ高品質の製品を供給する体制となっている。

近年の厚板に求められる要求は、高強度、高施工性、高機能性など多岐にわたる。JFE スチールは、厚板製造の最先端の製造技術を開発し、これらの要求に応えている。

以下に、当社厚板 3 工場の有する技術的な特長と商品について紹介する。

2. JFE スチール 厚板工場の特長

JFE スチールの厚板工場では、1954 年に鶴見地区に 4 重圧延機を導入したことを皮切りに、1961 年に千葉地区、1967 年に倉敷地区、1968 年に福山地区、1976 年には倉敷地区第 2 と京浜地区で稼働を開始した。現在では、福山 倉敷、京浜地区の 3 工場体制となり、それぞれの工場で最新鋭設備・最先端技術を導入あるいは開発し、優れた商品を製造している。

これらの 3 工場の主要設備仕様を Table 1 に、また先端技術、新商品開発の歴史を Table 2 に示す。

それぞれの工場の特長を以下に述べる。

- 1] 京浜地区 厚板工場は、環境への配慮と自動化操業を前提として設計された合理的な工場である。また、最高水準の管理を施した熱処理炉は、最大幅 5 300 mm の焼入れができる国内唯一のものであり、高付加価値商品の量産が可能である。調質型ハイテン鋼の量産を得意とし、東日本の製造拠点である。
- 2] 倉敷地区 厚板工場は、最大製品幅 5 350 mm が可能な広幅圧延機を有する。付帯設備として、アタッチドエッジヤやエッジミリング、ミル直近 γ 線厚さ計、ワークロールベンダーを導入し、高精度造り込み技術に注力してきた。また、一貫製造能力の高さも特徴の一つである。加えて、スラブ鍛造プロセスを有しており、極厚大単重鋼板の製造に有利である。さらに、2003 年に Super-OLAC (on-line accelerated cooling) を設置するとともに、コールドレベラーに新機能を付加し、非調質型高級鋼の生産体制を強化した。
- 3] 福山地区 厚板工場は、倉敷、京浜が圧延機 1 基であるのに対して、2 基有し、TMCP (thermo-mechanical control process) 材の製造を得意とする工場である。Super-OLAC をはじめとする設備を有し、高度な材質の造り込みが可能であり、UOE 向け素材をはじめ高度化する高級鋼の要求性能に対して、オンライン製

Table 1 Specifications of JFE Steel's plate mills

		Keihin District	Kurashiki District	Fukuyama District
Year of start up		1976	1976	1968
Production capacity (1 000 t/y)		1 670	2 050	1 900
Plate size availability	Thickness (mm)	360	360	200
	Maximum width (mm)	5 300	5 350	4 500
	Maximum length (m)	25	27	25
Continuous reheating furnace	Number	2	2	2
	Type	Walking beam	Walking beam	Walking beam
Mill	Type	4-High reversing mill	4-High reversing mill with attached edger and bender	4-High reversing 2 stand mill with work roll long-shift and bender
	Work roll of finishing stand (mm)	D1 230 × L5 500	D1 220 × L5 490	D1 230 × L4 700
	Back up roll of finishing stand (mm)	D2 400 × L5 400	D2 400 × L5 390	D2 200 × L4 500
	Main motor	Finisher : 6 400 kW × 2	Finisher : 8 800 kW × 2	Rougher : 5 000 kW × 2, Finisher : 8 800 kW × 2
ACC		Super-OLAC	Super-OLAC	Super-OLAC
Hot leveler	Maximum leveling force (t)	1 600	4 100	3 500
Shear line	Double-side, Slit, End shears	Rolling cut type	Double-side, End : Guillotine cut type, Slit : Rolling cut type	Rolling cut type
	Feature	-	Edge milling	-
Cold leveler	Maximum leveling force (t)	3 500	3 500	1 400
	Feature of function	-	Stretch, reflection, and intermesh control	-
Heat-treatment furnace { N : Normalizing, Q : Quenching, T : Tempering HOP : Heat-treatment online process (Available plate width : mm) }		Non-oxidizing type for N and Q (5 400 W), Direct heating type for T (5 400 W)	Non-oxidizing type for N, Q, and T (4 700 W), Direct heating type for T (4 150 W), Car direct heating type for N and T (5 300 W)	Non-oxidizing type for N and Q (4 400 W), Direct heating type for T (4 400 W), Direct heating type for stainless steel plate (4 000 W), HOP (4 500 W)
Other equipment			Slab forging press for heavy gauge plate	2 Electron beam welders for clad plate, Pickling line for stainless steel plate

造で対応できる工場である。また、仕上圧延機は厚板では世界初のワークロールシフトを導入した本格的形状制御圧延機で、一般鋼だけでなくステンレス鋼板やクラッド鋼板、また、鋼に比べると著しく低い温度で製造されるチタン板にも対応している。

JFE スチールでは、厚板 3 工場の立地条件、技術・設備の特徴から役割分担を明確にし、それぞれの特長を最大限に活かす機能配分を実施した。これにより、お客様のグローバル化や高い品質要求などに対し、短期期での対応が可能になった。

3. 厚板製造技術

JFE スチールでは、高精度・高効率化によるエネルギー・鉄源などの資源節約、および、高性能・高機能厚板商品開発のために Table 2 に示すように新設備、新技術を積極的に開発してきた。以下に、主要な厚板製造技術について紹

介する。

3.1 圧延技術

3.1.1 板厚制御技術

厚板圧延の最も基本となる板厚制御に関しては、JFE スチール 厚板 3 工場では、ともに高応答の油圧 AGC (automatic gauge control) γ 線厚さ計などのセンサ、高精度計算機モデルからなる板厚制御システムを構築しており、高度な板厚制御技術を確立している。

厚板の板厚制御は、ゲージメータモデルなどの高精度計算機モデルによる高精度セットアップ、AG-AGC (absolute gauge-AGC) による鋼板全長の板厚コントロール、パス間またはスラブ間でのセンサ実測値とモデル計算値の比較によるモデル学習が基本である。

これらに加え、JFE スチールでは、1987 年、倉敷地区厚板工場の仕上ミル直近 2 m に γ 線厚さ計を設置し、これを用いたモニタリング AGC を厚板の分野では世界で初め

Table 2 Chronology of new technologies and products developed in JFE Steel

JFE スチールの厚板		
	設備・技術	商品
1977	京浜地区：AG-AGC，倉敷地区：自動操業技術***	倉敷地区：原子炉格納容器用 60 kgf/mm ² 鋼
1979	京浜地区：ゲージメータモデル高精度化技術 倉敷地区：新平面形状制御技術「MAS 圧延」*	福山地区：ラック・リグ用極厚 80 kgf/mm ² 鋼
1980	福山地区：加速冷却技術「OLAC」***	福山地区：加速冷却型造船 YP36 kgf/mm ² 鋼
1982	京浜地区：熱処理新技術（完全自動，温度トラッキング操業）**	倉敷地区：原子炉圧力容器用鋼
1983		京浜地区：耐候性鋼の錆安定化処理「カプテンコート」
1984	倉敷地区：仕上げアタッチドエッジャー	京浜地区：耐摩耗鋼「エバーハード」シリーズ
1985	福山地区：厚板ワークロールシフト	
1986	福山地区：高性能クラッド製造技術**	福山地区：X80 および耐サワー X65 ラインパイプ原板 圧延型チタンクラッド鋼 京浜地区：建築用低降状比 60 kgf/mm ² 鋼 倉敷地区：海洋構造物用 60 kgf/mm ² 鋼
1987	倉敷地区：直近 γ 線厚さ計，エッジミリング	倉敷地区：高精度ミリング鋼板
1990		
1991	倉敷地区：TFP 製造技術†	
1993	倉敷地区：LP 鋼板製造技術	倉敷地区：LP 鋼板 京浜地区：橋梁用予熱低減型 60 kgf/mm ² および 80 kgf/mm ² 鋼
1996		福山地区：X100 ラインパイプ原板
1997		京浜地区：ケーシング用新 60 kgf/mm ² 鋼（三峽プロジェクト）
1998	福山地区：新加速冷却技術「Super-OLAC」**，†	福山地区：ペンストック用新 60 kgf/mm ² 鋼（三峽プロジェクト） 倉敷地区：極低炭素ベイナイト型 60 kgf/mm ² 鋼
1999		京浜地区：環境調和型錆安定化処理「カプテンコート M」 倉敷地区：TMCP 型 SGV480 鋼 倉敷地区，福山地区：Ni 系高耐候性鋼
2000		倉敷地区：環境調和型保護性錆形成促進処理「イーラス」
2001		福山地区：コンテナ船用超大入熱対応 YP40 kgf/mm ² 鋼 新建設機械用鋼「JFE HT780LE」 原油タンカー用耐食鋼「NAC5」
2002		京浜地区：建築用ハイビル 385
2003	倉敷地区：「Super-OLAC」，倉敷：新機能コールドレベラー	京浜地区：新耐摩耗鋼「エバーハード LE」シリーズ 倉敷地区：-40°C 仕様 YP420 MPa 級海洋構造物用鋼材 福山地区：石油備蓄タンク用大入熱溶接対応 60 kgf/mm ² 鋼
2004	福山地区：オンライン熱処理技術「HOP」 京浜地区：「Super-OLAC」	倉敷地区：多機能良加工性鋼板「Easyfab」 福山地区：HOP 型高張力鋼

*大河内記念賞受賞 **大河内記念技術賞受賞 ***大河内生産特賞受賞 †岩谷直治記念大賞 ‡会田技術賞 全国発明表彰発明賞

て開発した。

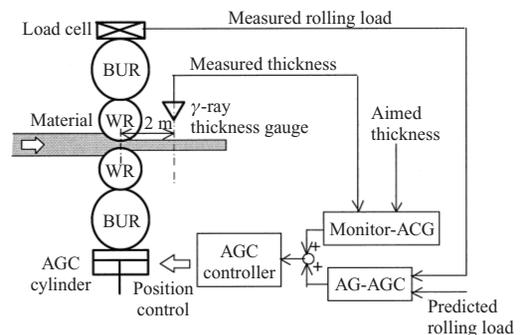
種々の環境対策を実施し，厚さ計という精密機器を，仕上ミル直近 2 m という高温，多湿さらに振動が大きい極めて劣悪な環境に設置することに成功した。

Fig. 1 に直近 γ 線厚さ計によるモニタリング AGC を含む板厚制御システム概要を示す。圧延荷重予測，ゲージメータモデルにより圧延による発生荷重，その荷重によるロール開度変化（ロールたわみ，ハウジング変形など）を予測し，圧延前のロール開度を精度良く設定する。圧延中の荷重変動によるロール開度変動を AG-AGC により補正し，板厚偏差を低減させ，さらに，圧延直後の実測厚と目標板厚の差をロール開度にフィードバックし鋼板全長が目標の板厚となるように制御する。これにより，厚み偏差の極めて小さいフラットな製品を製造している。

さらに，JFE スチールでは，従来の板厚制御を基本とした上で，板厚を長手方向で連続的に変化させた LP

(longitudinally profiled) 鋼板の板厚制御技術を開発した。

Fig. 2 に LP 鋼板の板厚制御システム概要を示す。鋼板長手位置をトラッキングしながらロール開度をコントロールすることにより，任意の板厚プロフィールを精度良く付与することができる。圧延工程以外の各製造工程において



AGC : Automatic gauge control, AG-AGC : Absolute gauge-AGC

Fig.1 Configuration of AGC system

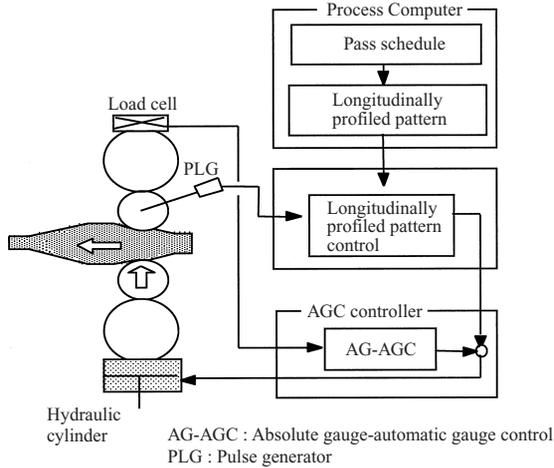


Fig.2 Automatic gauge control system configuration for LP plate

も、種々の開発を行い、長手方向一方向のみならず、凸型長手方向非対称など多くの要求に応えうるさまざまな形状、および材質の LP 鋼板を製造する技術を確立している。LP 鋼板は、構造物の重量削減や板継ぎ工数削減などの利点が見られるとして、造船や橋梁などに適用されている。

3.1.2 平坦度制御技術・板クラウン制御技術

鋼板の平坦度・寸法の高精度化技術は、需要家での省工程要求に応える重要な課題である。鋼板の平坦度を制御するには、圧延各パスでの板クラウンを厳格に制御する必要がある。形状制御機構を有していないミルにおいては、板クラウンの制御の大部分はワークロールプロフィールと各パス圧下配分の制御によって行われている。このためロールチャンスの規制および最終パス近傍での圧延荷重低下が必要となり、短納期化・生産性向上の阻害要因となる。

2 章で述べたとおり、福山地区では 1985 年に世界で初めてワークロールシフト機構を備えた形状制御圧延機を導入した。移動量 1 000 mm のワークロールシフト (WRS) 最大荷重 600 t/chock の強力ワークロールベンダー (WRB) を有する。

この板クラウン制御能力を Fig. 3 に示す。最大 WRS 時での WRB の板クラウン制御能力は 3 000-3 500 mm 幅で約 0.4 mm におよび、圧延荷重に換算すると約 3 500 t に相当する¹⁾。WRS を備えた形状制御圧延機の導入により Fig. 4 に示すように板クラウンを減少させた。

さらに、完全ロールチャンスフリーを実現したことで HCR (hot charge rolling) 比率は 60% から 85% に向上し工期の短縮と省エネルギーに寄与している。

このハード面の開発に加えて、ソフト・センサ面では

- [1] 圧延材の 3 次元変形を考慮した高精度なクラウンモデル
- [2] ミル直近で平坦度を実測するセンサ²⁾
- [3] 実測平坦度をもとにした FF・FB 制御を開発し、板クラウンが平均 0.05 mm 以下のフラットな

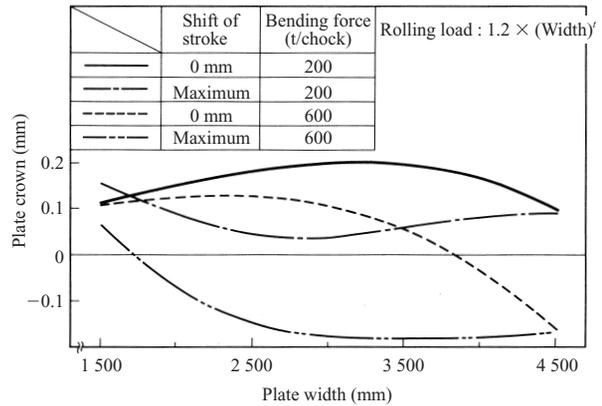


Fig.3 Control range of plate crown

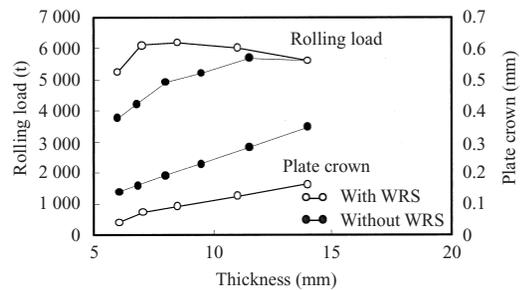


Fig.4 Sample schedule

鋼板の製造が可能となっている。

このように平坦度と短納期化の両立を行い、厳格化・多様化するお客様の要求に対応している。

3.1.3 平面形状制御技術

圧延中のトップボトムクロップおよびサイドクロップの発生を抑制し、圧延後の鋼板の矩形度を高める平面形状制御技術は、1980 年前後に各社とも導入した技術である。

JFE スチールでは、3 工場ともに、圧延後の鋼板の平面形状を定量的に予測し、成形圧延あるいは幅出し圧延の最終パスで圧延中にロール開度を変更することによって、所定の板厚プロフィールを付与し、平面形状を制御する方法を開発実用化した。本技術は、複数の海外厚板ミルへも技術供与されている。また、1979 年度の大河内記念賞を受賞した。

上記の平面形状制御技術の開発に引き続き、JFE スチールではさらなる平面形状の矩形化に加えて、絶対幅精度の向上、側面形状の矩形化 (パルジング生成抑止) を目指して、1984 年、倉敷地区厚板工場仕上ミル近傍に、世界で初めてアタッチドエッジャーを設置し、リバース圧延中の任意のタイミングでのエッジングを可能とした。加えて油圧 AWC (automatic width control) 機能を導入し、入側の幅変動および先後端非正常領域での幅戻り率の減少を考慮した上で、鋼板全長にわたって十分な幅方向圧下を確保しつつ、幅変動の最小化を可能とした。

圧延での高い幅精度の実現を受けて、JFE スチールでは 1987 年、倉敷地区厚板工場剪断ライン上に端面研削装置

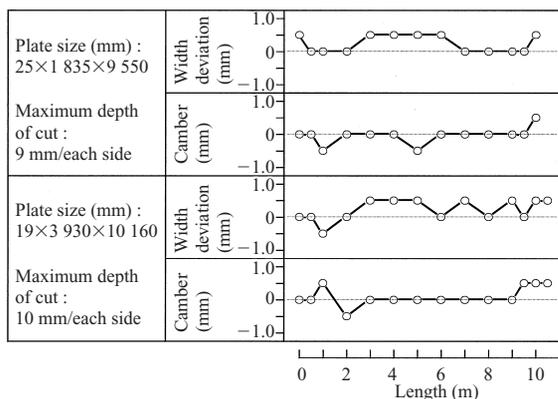


Fig. 5 Cutting accuracy of edge milling

エッジミリング)を設置し、従来のサイドシャーでの板幅エッジトリミング材に代わり、端面研削(ミリング)鋼板のオンライン製造体制を整えた。Fig. 5 に示すとおりミリング鋼板は幅変動、直線性ともにシャー剪断では不可能である ± 0.5 mm 以内という高精度を実現している³⁾。この精度はミルエッジのまま需要家での突き合わせ溶接を適用可能とするレベルにあり、カーキャリアのデッキプレートや角コラム材などの用途でご採用いただいている。なお、TFP (trimming free plate) 製造技術と称した本技術は、1991 年に日本塑性加工学会から会田技術賞を受賞した。

3.2 加速冷却技術

加速冷却技術は、熱間圧延後、水冷することで、鋼の強度上昇を図る、あるいは、同一強度を低炭素当量成分設計で製造可能にする技術である。一般に、鋼では、高張力化すると溶接がしにくくなるという相反関係があるが、加速冷却技術は、これを高いレベルで解決した。

加速冷却技術は、1980 年に福山地区厚板工場に世界で最初に設置された加速冷却装置 OLAC によって、実用化が始まった。JFE スチールの厚板ミルとしては、倉敷地区に MACS (multipurpose accelerated cooling system) が京浜地区には OLAC-II が相次いで設置された。

JFE スチールは、加速冷却技術のパイオニアとしてその後も加速冷却技術の研究を継続してきた。1998 年、OLAC 老朽更新を期に、福山地区厚板工場に、全温度域核沸騰状態で冷却すれば、高冷却能と同時に均一冷却が達成するという新しい概念⁴⁾のもと Super-OLAC が設置された。同設備は、JFE スチール他地区厚板工場の老朽更新に合わせ、2003 年 5 月に倉敷地区厚板工場に設置、2004 年 6 月には京浜地区にも設置され、JFE スチール厚板 3 工場とも最先端の加速冷却設備を有することになった。

Super-OLAC の特長は、(1)水冷での理論的限界である高冷却速度⁴⁾の実現、(2)鋼板内温度偏差を非水冷材並とする上下面の対称冷却と面内均一冷却の両立、(3)冷却ゾーンの細分化による高冷却速度下での冷却停止温度精度の

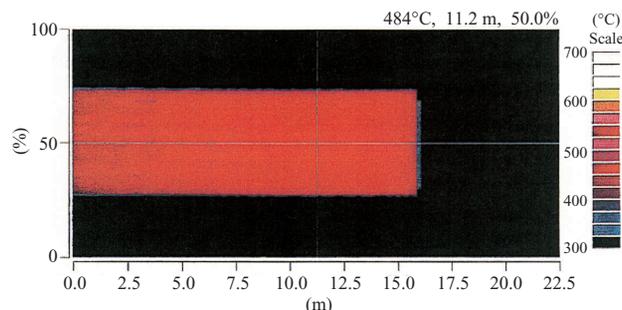


Fig. 6 Example of temperature profile after cooling

飛躍的向上の 3 点である。

高冷却速度により、従来より低炭素当量でも高強度が得られるようになり、溶接性や継手靱性が問題となる厚物ハイテンの製造において、効果を発揮している。たとえば大入熱溶接に対応した 70 mm コンテナ船用 EH40⁵⁾ や -40 での継手 CTOD 値 0.38 mm を保証できる板厚 75 mm の海洋構造用鋼材⁶⁾の製造が可能となった。

加速冷却技術においては、冷却停止時の鋼板内温度偏差が重要である。この時、大きな鋼板内温度偏差があるとひずみが発生し、平坦度確保のためコールドレベラーやプレスを使用した矯正作業が必要となる。Super-OLAC では Fig. 6 に示すように、非常に均一な鋼板内温度分布を示しており、矯正作業は、従来に比べ半減した。また、お客様での切断後のひずみも小さくなり、お客様の生産性アップ、コスト削減に寄与している。

3.3 熱処理技術

熱処理技術に関しては、京浜・倉敷地区とも、ショットプラスト装置、熱処理炉、焼入れ設備、熱処理レベラーで構成され、焼準・焼入れ炉としては表面品質の良いシール性に優れた無酸化雰囲気型の炉を有している。

特に、熱処理材の主力工場である京浜地区の熱処理炉は、最大製品幅 5 300 mm、最大製品長 25 m、最大重量 30 t の製品が熱処理可能な国内唯一のものである。

また、厚板熱処理設備の操業は従来より、設備の部分的な自動制御を行うにとどまっていたが、京浜地区熱処理設備ではすべてのラインの完全自動化を実現している。炉内制御は、伝熱モデルにもとづく温度トラッキングをベースに、焼もどしパラメータといった熱処理指標での操業も可能にするなど最高レベルの管理をしている。2003 年には計算機の更新による高機能化や、装入支援システムの導入によるカバーレシオの向上を図り、さらに効率の良い炉操業を実現させた。

京浜地区熱処理設備のレイアウトを Fig. 7 に示す。本設備は、1 号熱処理炉ローラクエンチのラインと 2 号熱処理炉が並列に配置され、入側にショットプラスト装置、出側に熱処理レベラーが設置されており、物流に応じた合理的なレイアウトとなっている。

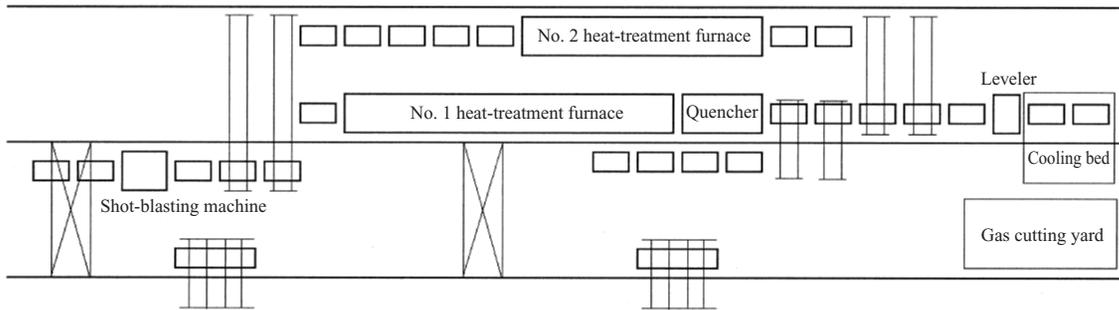


Fig. 7 Layout of heat-treatment facilities

1号熱処理炉は、焼準・焼入れ対応の高温炉であり、炉内は窒素雰囲気中で封入されている。炉のシール性が非常に高く、熱処理時にピックアップ疵が極めて少なく表面品質に配慮している。2号熱処理炉は焼もどし炉であり、サイドバーナーと炉内攪拌ファンにより、炉内の均熱性を高く保っている。これらのハード的な配慮と計算機制御の組み合わせにより、世界に類の無い最新鋭の品質管理システムを実現している。

JFE スチールでは、TMCP 製造技術の中核技術である OLAC を世界に先駆けて実用化するなど、オンライン型最新技術を開発・導入してきた。2004 年、これらに加えオンラインでの焼もどし熱処理を可能とする新技術 HOP (heat-treatment at online process) を世界に先駆けて開発し、福山厚板工場に導入した。

HOP は、大容量の誘導加熱装置を Super-OLAC と直結したオンラインに設置したものであり、高級鋼の完全オンライン製造を実現させた。この結果、従来熱処理炉能力によって律則されていた高級鋼の生産能力が飛躍的に拡大できると同時に、大幅な工期短縮が可能となった。

今後は、この HOP を適用し、より高度化する品質要求に対応可能な新商品開発を推進中である。

3.4 特殊鋼板の製造技術

3.4.1 クラッド鋼板製造技術

クラッド鋼板は、1983 年より福山地区厚板工場で営業生産を開始した。クラッド鋼板は、母材と呼ばれる炭素鋼

または低合金鋼の片面または両面に、合せ材と呼ばれるステンレス鋼などを被覆させた複合材料である。

クラッド鋼板製造法としては、肉盛法、爆着法、鑄込み法などがあるが、JFE スチールでは大型鋼板製造に適した圧延法で製造している。

圧延型クラッド鋼板の製造工程を Fig. 8 に示す。まず母材および合せ材スラブを熱間圧延し、素材と呼ばれる組立用スラブを製作する。次に、圧延された素材の表面処理を行い、それぞれを重ね合わせ、四周を溶接して組立スラブとする。組立スラブを再度熱間圧延し、母材と合せ材を接合させてクラッド鋼板とする。

クラッド鋼板における接合性向上のための製造上のポイントは

- ① 素材の表面性状
- ② 組立スラブの真空度
- ③ 組立スラブの圧延方法

の3点である。素材表面にスケールなどの異物が残っていた場合、それは接合の阻害要因となる。JFE スチールではステンレス鋼板製造用の連続酸洗設備を用いて、表面スケール除去などの表面処理を実施している。

スラブ組立には、1987 年に導入した大型 EBW 設備を用いた高真空スラブ高速組立溶接技術の世界に先駆けて開発し、接合性の向上を図っている。重ね合わせた母材素材と合せ材素材間に空気が残っていた場合、再加熱段階で表面にスケールが生成し、接合の阻害要因となる。EBW 設備は、重ね合わせたスラブを大型真空チャンバに装入し

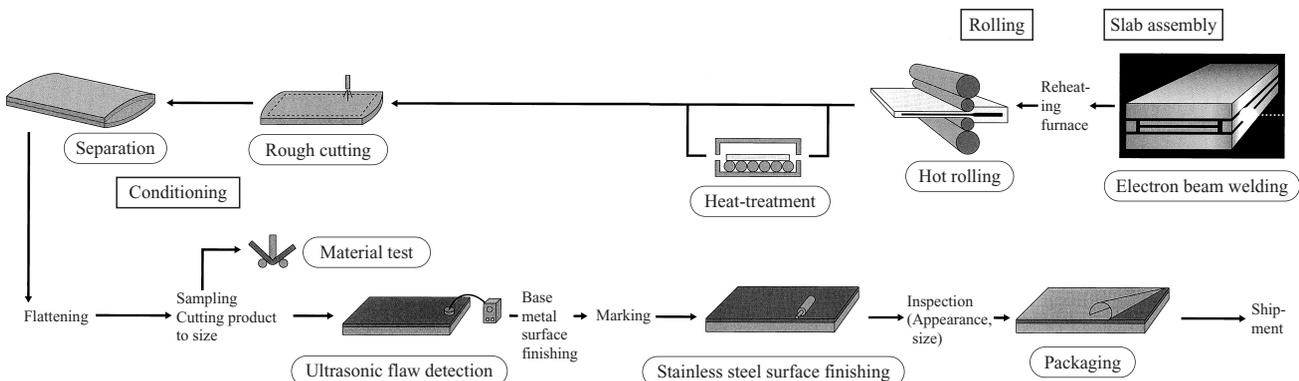


Fig. 8 Manufacturing process for stainless clad steel plate

チャンバごと真空に引き、最後に四周を電子ビーム溶接する設備である。組立スラブ内の空気のある限られた場所から真空ポンプで引くだけでなく、雰囲気自体が真空になるため、ポンプ式に比べて、真空度が 100 倍以上になり、均一性が大幅に向上し、電子ビーム溶接による組立能率の向上は量産化を実現した。

さらに、鋼塊内質改善で開発した低速強圧下圧延技術をクラッド圧延に適用することで接合性を向上させている。

以上の製造技術を適用し、安定製造と工期の短縮を実現し、最大厚 150 mm、最大幅 4 200 mm の接合性に優れたクラッド鋼板の製造が可能となり、月間約 1 800 t 製造している。

従来、圧延法では接合困難とされるチタンクラッド鋼板の製造技術も開発し、1993 年に大河内記念技術賞を受賞した。

3.4.2 CC 極厚鋼板

厚さ 240 mm を超える極厚鋼板は、内質の観点から造塊スラブを用いて製造してきた。造塊材は、鑄型に鑄込んだ後に、分塊圧延などの工程を経て、厚板圧延用スラブとなる。そのため、連続鑄造 (CC) 材に比べ製造負荷が高く工期などの面で劣っている。

そこで、CC スラブを用いて、3.4.1 項のクラッド鋼板製造技術を適用して、240 mm を超える極厚鋼板の製造技術を確立した。これは、同一鋼種の 2 本の CC スラブの片面に表面処理を実施し、接合面同士を向き合うように重ね合わせ、EBW 設備にて組立スラブを製作した後、このスラブを低速強圧下圧延で接合させ、1 枚の極厚鋼板を製造する技術である。

現在、厚さ 251 mm と 310 mm の CC スラブを用いて製品厚 270 mm と 360 mm の鋼板を試験的に圧延し、良好な接合特性結果が得られている。クラッド鋼板の場合は異種金属であるため、圧下比 (= 組立スラブ厚 / 板厚) を大きくする必要があるが、この場合は同一鋼種であることから、クラッド鋼板に比べ圧下比を下げる事が可能と

なり、製品厚 360 mm まで接合できることが確認された。

今後、量産化を図っていくが、CC 材は定常的に製造しており、本技術を適用した極厚鋼板の入手は比較的容易であることから、造塊材代替に留まらず、鍛造品や鑄造品の領域への適用も期待される。

4. おわりに

JFE スチールの厚板 3 工場は、常に最先端の製造技術を開発・導入し、高強度・高施工性・高機能性など多岐にわたる需要家の要求に対応している。その製造技術は、世界でもトップクラスであり、品質レベルの高い商品を提供している。

今後も、最先端技術を積極的に開発・導入し、さらに高度化する需要家の要求に対応していく所存である。

参考文献

1. 八子一了ほか．日本鋼管技報．no. 117, 1987, p. 32-36
2. 吉井誠ほか．川崎製鉄技報．vol. 28, no. 2, 1996, p. 76-81
3. 西田俊一ほか．川崎製鉄技報．vol. 30, no. 3, 1998, p. 125-130
4. 小俣一夫ほか．NKK 技報．no. 179, 2002, p. 57-62
5. 鈴木伸一ほか．JFE 技報．no. 2, 2003, p. 37-44
6. 弟子丸慎一ほか．JFE 技報．no. 2, 2003, p. 51-62



西田 俊一



松岡 俊夫



和田 典巳