

JFE スチール 西日本製鉄所における薄板生産管理業務変革 —お客様要求に対応する短リードタイム生産体制の確立—

Re-Engineering of Sheet Production Management in West Japan Works, JFE Steel —Establishment of Short Lead-Time Manufacturing System Corresponding to Customers' Demand—

小林 克彦 KOBAYASHI Katsuhiko JFE スチール 西日本製鉄所 工程部生産管理技術室 主任部員 (課長)
岸本航一郎 KISHIMOTO Koichiro JFE スチール IT 改革推進部 主任部員 (課長)
黒川 克美 KUROKAWA Katsumi JFE スチール 西日本製鉄所 工程部生産管理技術室長

要旨

JFE スチール 西日本製鉄所は、2006 年 3 月に薄板系生産管理システム再構築プロジェクトを発足させ、ライン間同期化、余剰削減、現品基軸管理、リアルタイム管理をコンセプトとして改善を進めた。各工場に分散していたデータベースの一元化により、現品基軸管理を行う情報システム基盤を整備した。また、スラブ設計・材料引当機能、出鋼命令組み機能、ライン通過命令作成機能の改善により、現品情報管理レベルを向上させた。本プロジェクトにより、高度同期化操業、余剰削減、短納期製造、環境変化への対応力向上を実現した。

Abstract:

In March 2006, JFE Steel West Japan Works launched a project which aimed to improve production management by adopting a concept such as synchronized manufacturing processes, minimization of surplus, article base management, and real time management. Foundation of the information system in which article base management can be realized has been built by integration of databases which spread in each factories in the past. Moreover, by improving the functions of slab designing, application of surplus articles, cast formation and instruction of processing, the management level of article information has been enhanced. Through this project, highly synchronized manufacturing processes, reduction of surplus, short lead-time production and improvement of flexibility to environmental change have been achieved.

1. はじめに

近年のお客様ニーズの厳格化の流れを受けて、顧客ロイヤルティ獲得のため、個別オーダーごとのデリバリー管理、短納期製造対応力向上が急務となっていた。また、お客様対応力をさらに高いレベルに到達させるためには、JFE スチール 4 地区 (福山、倉敷、千葉、京浜) が一体化した製造・納入体制を築く必要があったが、製造リードタイムは地区ごとに異なっていたため一体化の阻害要因となる可能性があった。

一方、鉄鋼業界を取り巻く至近の環境変化として、原料価格の変動、販売の輸出シフトにともなうグローバルマーケットによる販価の変動、為替レート影響の増大などの事象が起こっていた。

このような状況下で求められる「変化への柔軟な対応力」、
「変化があってもお客様対応に影響を出さない頑健性向上」
のため、JFE スチール 西日本製鉄所福山地区では、2006 年 3 月に薄板系生産管理システム再構築プロジェクトを発足させた。プロジェクト活動に当たり、当社生産管理の共通思想である、ライン間同期化、余剰削減、現品基軸管理、リアルタイム管理をコンセプトとして進めた。このコンセプトを基軸として、福山地区ライン構成の特徴である「プロセスごとに複数製造ライン (連铸 (連続製造設備) 4 ライン - 熱間圧延設備 2 ライン - 冷間圧延設備 3 ライン - CGL (溶融亜鉛めっき設備) 3 ライン、CAL (連続焼鈍設備) 5 ライン、EGL (電気亜鉛めっき設備) 2 ライン) を保有」を「製造上の自由度・柔軟性の向上」に繋げることでハード設備能力を最大活用し、高度同期化操業、および需要環境・品種構成変化に柔軟・迅速に対応しうる生産体制の構築を実現した。

本論文では、本活動の経緯、実施内容、得られた効果について述べる。

2. 生産管理システム再構築における課題

1980年代以前は、大ロット・リピートオーダーが中心であった。そのような販売環境では、ラインを通過させる時のまどまり（＝製造仕様）で流し込みの管理を行い、現品とオーダーは緩やかな対応関係を維持しておけば充分であった。それに適した生産管理方式として、「計画ロット」方式と称するライン通過のまどまりを媒体として全体を管理する方法を採用していた¹⁾。

1980年代後半以降は多品種小ロット受注の傾向が強まり、個別オーダーごとのデリバリー管理や短納期製造対応など、お客様からのご要求レベルが上がってきたため、製造実力向上とともに高度な同期化操業の必要性が増してきた。

このような状況に対応するため、福山地区では薄板生産管理の業務変革プロジェクトを発足させ、生産管理システムの抜本的な見直しを行った。以下、システムの基盤整備を進める上での課題について記述する。

2.1 システム構造の問題

図1に福山地区のシステム構成を示す。操業系システムと管理系システムに大別できる。操業系システムは、工場の操業指示、操業実績、現品トラッキング、現品搬送指示などの各生産ラインを稼働させるための機能を保有していた。一方、管理系システムは操業系システムの上に位置し、生産管理、品質管理関連の機能を保有していた²⁾。

操業系システム、管理系システムはともに、各工場単位に開発されてきた経緯があり、各工場システム（例：製鋼、熱間圧延、冷間圧延）間での情報の定義差、タイミング差などの不整合が発生していた。そのため、高度同期化操業を目指す上では、大きい阻害要因となる可能性があった。

2.2 現品情報管理の問題

2.2.1 多品種小ロット受注への対応

多品種小ロットの傾向が強まった結果、製造仕様のグルー

プ単体では最小製造ロットに満たないケースが増えてきた。

その場合は余剰（オーダーなし）で製造することになり、余剰量相当は必要なものを製造できないことになり、能力の有効活用を阻害することになる。余剰発生を抑制するために、異なる製造仕様オーダーの組み合わせ拡大が必要となってきた。

しかるに、従来のシステムでは下記の問題点があった。

(1) 現品へのオーダー引当はスラブ設計時のみ

現品の最終ライン通過時にオーダーが確定するため、途中工程では余剰部の有無・余剰量が把握できない。そのため、現品が途中工程に仕掛中の場合、余剰部に引当可能な後続オーダーが投入されても引当できず、新規に製造命令を出していた。

(2) 出鋼ロット内の組み合わせ対象が限定

従来のシステムでは、

- ・ 出鋼命令作成時（1回/日）に組み合わせを試行する
 - ・ 組み合わせ試行対象は、全オーダーの内、生産計画担当者が選定した7日分の出鋼量相当のオーダーのみ
- という制約があった。すべてのオーダーを見せていないため、より良い組み合わせが可能なオーダーが存在していても、対象になっていないケースがあった。

上記(1)(2)の問題が、同期化向上・リードタイム短縮の阻害要因になっている可能性があった。

2.2.2 デリバリー管理、短納期製造への対応

オーダーごとのきめ細かいデリバリー管理や、短納期製造に対応する場合は、個別オーダー/現品ごとのリアルタイムの情報（過去の実績、現時点の状態、未来の進捗予定）を把握する必要がある。しかし、先に述べたように、従来のデータベース（DB）構造の特徴として、オーダーと現品が「計画ロット」を介して間接的に対応しており、スケジュール管理のキーは計画ロットであるため、個別オーダー/現品ごとのライン通過実績/予定、荷揃の予定は不明確であった。よって、お客様の納入要求を満足できるかチェックできず、必要な現品が滞留し、納入遅れとなるケースが発生していた。

3. 生産管理システム再構築の考え方

3.1 管理系システムの統合

オーダーごとのデリバリー管理、短納期製造要求に対応するためには、個別オーダー/現品ごとのリアルタイムの情報を把握する必要があるが、従来のシステムは工場ごとにバラバラに配置されており、効率のよい情報インターフェースが困難であった。よって、本プロジェクトでは、工場ごとに分断されている管理系システムをリフレッシュして、DBを統合して一元化する対応を行った。対象システムは、製鋼、熱間圧延、冷間圧延、出荷の各システムである。統合後の

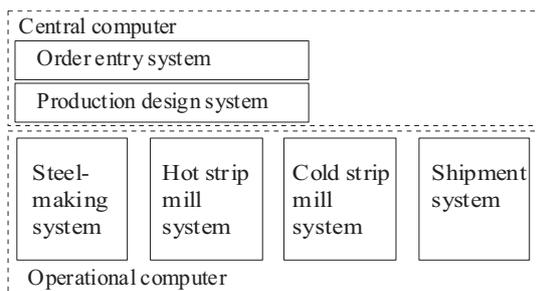


図1 福山地区生産管理システム

Fig. 1 Production management systems in Fukuyama District

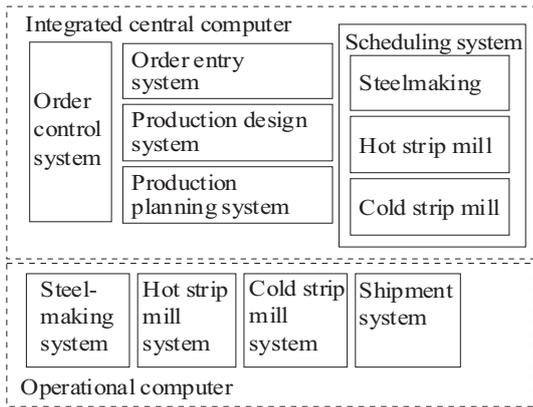


図2 福山地区管理系システムの統合

Fig. 2 Integration of central computer in Fukuyama District

姿を図2に示す。

本対応により、高度同期化操業の阻害要因のひとつであった、各システム間の定義差・タイミング差などによるデータの不整合を解消した。

3.2 現品情報管理機能の改善

3.1節で述べたDBを一元化した統合管理系システムを基盤にして、現品情報管理システムを新たに構築した。リードタイム短縮、および変化への対応力向上を目的として、ライン間同期化、余剰削減、現品基軸管理、命令リアルタイム化の4つの視点から後述する機能の改善を実施した。

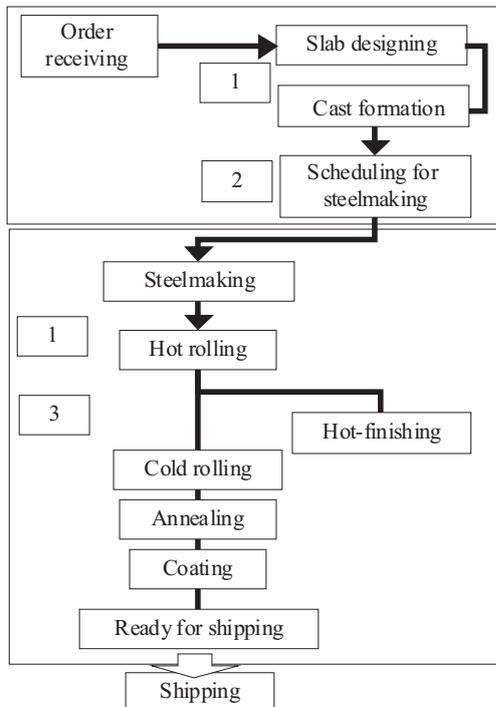


図3 製造プロセス全体の流れと構築機能の位置付け

Fig. 3 Manufacturing process flow and positions of support functions in the flow

製造プロセス全体の流れと構築機能の位置付けを、図3に示す。

改善項目は以下の3点である。

(1) スラブ設計・材料引当機能

異仕様（異寸法・異品種）オーダの組み合わせ作業の随時可能化、組み合わせ制約緩和により、異なる製造仕様オーダの同一現品内組み合わせを拡大した。

その結果、余剰削減、現品基軸管理、命令リアルタイム化を実現した。

(2) 出鋼命令組み機能

命令組み対象オーダの拡大、命令組み作業の随時可能化により、異なる製造仕様オーダの同一出鋼チャンス内組み合わせを拡大した。

その結果、余剰削減、現品基軸管理、命令リアルタイム化を実現した。

(3) 各ラインの通過命令作成機能

通過スケジュールの作成対象を拡大し、作成・変更作業の随時可能化も実施した。

その結果、ライン間同期化、現品基軸管理、命令リアルタイム化を実現した。

以降で、各機能の改善内容詳細を説明する。

3.2.1 スラブ設計・材料引当機能の改善

(1) 改善の内容

大ロット・リピートオーダ中心の販売環境下では、複数オーダの組み合わせ拡大はそれほど重視する必要はなかった。しかし、多品種小ロット化が進むと、製造ロットを拡大して余剰を削減する手段として、極めて重要な課題となってきた。そこで従来の組み合わせ比率からの大幅な向上を目指して、「チェックロジックの不整合是正」および「組み合わせの対象・機会増」、「組み合わせ制約の緩和」の視点で下記対応を実施した。

(i) チェックロジックの不整合是正

「スラブ設計」と「材料引当」のおのおのについて、従来システムの組み合わせチェックロジック・制約条件、チェックに使用している項目を仕様書、プログラムソースから洗い出し、チェック内容の精査と整合性の確認を行った（専従メンバー2名により6ヶ月調査）。約10,000件強の条件分岐個々について内容を確認し、不整合の見直しを行った。

(ii) 組み合わせの対象・機会増

複数オーダの同一現品内組み合わせ促進のため、組み合わせを試行する仕掛ポイントを拡大した。従来、スラブ設計時のみ、組み合わせを試行していたが、今回の対応で、スラブ設計から最終ラインアップまでのすべての仕掛ポイントで試行するように変更した。これにより、流れている現品の余剰部に後続で投入されたオーダが引当可能になった。

(iii) 組み合わせ制約の緩和

従来、通過ラインが異なるオーダ同士は組み合わせ不可としていたが、今回の対応で、「途中で現品の分割が可能な場合は組み合わせ可」とした。これにより、

- ・「焼鈍後、非精整」オーダと「焼鈍後、精整通過指定」オーダ
- ・「焼鈍後、非鍍金」オーダと「焼鈍後、鍍金通過指定」オーダ

などの組み合わせが可能になった。また、合わせて幅違いオーダの組み合わせ許容度の拡大も行った。

(2) 改善の効果

異仕様オーダの組み合わせ制約を緩和したことにより、従来は余剰として流していたものにオーダを引き当てることが可能となった。これにより、異仕様オーダの組み合わせによる余剰部へのオーダ引当量は、従来比で約 19 倍に拡大し、コイル内余剰比率は 1 / 8 まで削減できた。その結果、生産能力の活用度が上がり、お客様から要求されたタイミングでの納入対応力が向上した。

3.2.2 出鋼命令作成機能の改善

(1) 改善の内容

表 1 に改善前後の変化ポイントを示す。従来、出鋼対象オーダは人間が 1 週間分選定し、週に 1 回の頻度のみで出鋼命令組みを行っていた。複数オーダ組み合わせ比率向上のため、今回の対応で命令作成作業の時点で保有している全オーダを対象に命令組みできるようになった。これにより、組み合わせの自由度向上が実現した。

また、操業・オーダ状況に変化が発生したつど、納期に準じた優先出鋼オーダへの入れ替えを随時可能とした。これにより、お客様からの短納期納入要求など、変化への対応力向上にも寄与した。

(2) 改善の効果

図 4 に出鋼時余剰指数の変化を示す。出鋼命令組み対象の全オーダ化、並びに出鋼命令作業の随時可能化により、余剰部発生比率を低減させた結果、出鋼時余剰指数を従来比の 3 割まで削減できた。

表 1 対応前後の変化のポイント

Table 1 Change point before and after improvement

Change point	Past	After improvement	View point
Range of instruction object	Limited (on the 7th)	All order	Degree of freedom improvement
Range of scheduling	1 day	5+α days	
Work pitch	Once/day	24 hours at any time	Correspondence speed-up

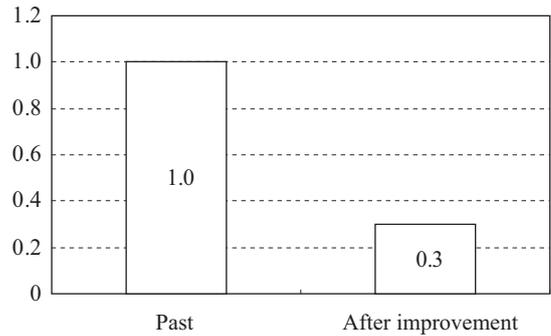


図 4 出鋼時余剰指標の変化

Fig. 4 Change of surplus index in converter charge

3.2.3 各ラインの通過命令作成機能の改善

(1) 改善の内容

表 2 に改善前後の変化ポイントを示す。従来、ラインの通過命令は、直前に仕掛かっている現品のみを対象として作成していた。また、データの鮮度が 1 回/日ピッチで締めたバッチ情報で、命令作成頻度は 1 回/日となっていた。これらの制約により、緊急で進捗させるべき現品が命令組みから外れるような不具合も発生していた。

今回の対応で、命令対象の全現品化、扱いデータのリアル化、命令作成頻度の随時化を行った。これにより、前後ラインの操業状況や緊急製造現品の進捗状況を考慮してサイクルチャンスの設定、随時の変更を行うことが可能となった。

(2) 改善の効果

全現品の状況を把握した上で各ラインのサイクルチャンスを設定できるようになったため、サイクルチャンス制約が厳しいラインの操業に合わせて前後ラインの通過予定を調整することが可能となった。設備の特徴として、下流工程の方が上流工程に比べてサイクルチャンス制約が厳しいため、下流工程から必要な現品を上流工程に要求する PULL 型の調整を実施する運用

表 2 対応前後の変化のポイント

Table 2 Change point before and after improvement

Change point	Past	After improvement	View point
Range of instruction object	Only the article immediately before the line	All articles	Degree of freedom improvement
Data freshness	Batch data (Once/day)	Real data	Correspondence Speed-up
Range of scheduling	1 day	4-5 days	Visible
Work pitch	Once/day	24 hours at any time	Correspondence speed-up

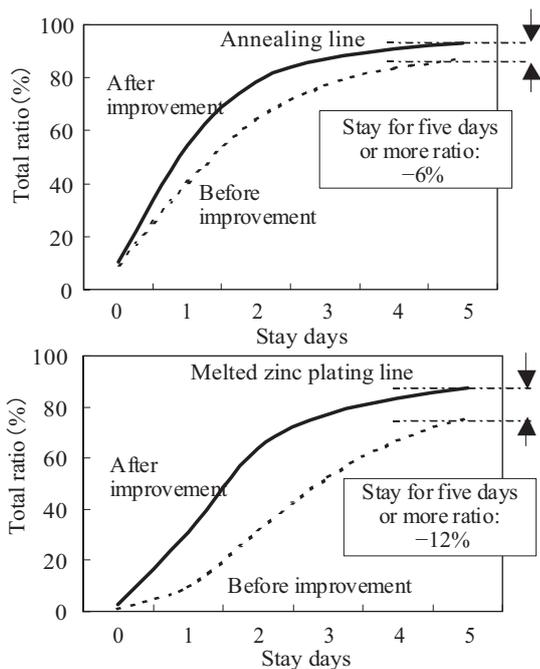


図5 前ライン装入完了～当該ライン装入完了間の日数(累積比率分布)

Fig. 5 Stay days between the former line completion to concerned line completion (Accumulation ratio)

とした。これにより、サイクル不一致のためにライン前に長期滞留する現品の比率を低減させ、プロセス間日数を短縮した。

図5に示すように、本対応後のライン前滞留日数は低減し、プロセス間の同期化向上効果を得られた。また、合わせて格落ちによる緊急再製造や、お客様からの短納期納入要求など、変化が発生した場合の対応力向上にも寄与した。

3.3 効果のまとめ

今回の対応で、多品種小ロット化の環境下においても同

期化向上・リードタイム短縮を阻害する要因である余剰発生の低減を実現した。また、命令作成機能の改善により、同期化操業の計画策定・実行を可能にするとともに、お客様の短納期納入要求などの外部環境変化を製造の優先順へ随時反映させる仕組みを構築できた。

これらの対応の効果として、全体のリードタイム短縮、およびお客様の個別要求に対する対応力向上が実現した。

4. おわりに

以下に、これまでの導入効果をまとめる。

- (1) 工場ごとに分断されていた管理系システムをリフレッシュして、データベース (DB) の一元化対応を行い、高度同期化操業の基盤整備を行った。
- (2) スラブ設計・材料引当機能、および出鋼命令作成機能の改善により余剰を大幅に削減し、同期化向上・リードタイム短縮を阻害する要因を低減した。
- (3) 出鋼命令/ライン通過命令作成機能の改善により、高度同期化操業の実行、および変化への対応力向上を実現させた。その結果、短納期納入要求などのお客様対応力向上に寄与した。

参考文献

- 1) 坂本彌ほか. 川崎製鉄技報. 1988, vol. 20, no. 2, p. 108.
- 2) 黒川克美, 飛矢地雅也, 長岡洋平. JFE 技報. 2006, no. 14, p. 35.



小林 克彦



岸本航一郎



黒川 克美