

JFE スチール 短リードタイム製造に向けた取り組み —生産管理業務改革の全社展開—

Actions on Short Lead Time Productions in JFE Steel —Company-Wide Innovation of Production Management—

笹井 一志 SASAI Hitoshi JFE スチール IT 改革推進部 主任部員 (部長)
沖本 伸一 OKIMOTO Shinichi JFE スチール 東日本製鉄所 工部生産管理技術室長
黒川 克美 KUROKAWA Katsumi JFE スチール 西日本製鉄所 工部生産管理技術室長

要旨

1990年代以降、短リードタイム製造のご要求の高まりを受け、プロセス間の在庫を最小化すること、すなわち、より高度な同期化操作が必要となった。JFE スチールでは生産管理業務の改革を全4地区（倉敷、千葉、京浜、福山）で順次展開し、製造リードタイムの短縮を図った。この一連の活動により、全4地区の生産管理業務の品質は等価なものとなり、その成果として、製造リードタイムは同等となった。

Abstract:

Since the 1990s, in response to increasing demands for short lead time productions, minimizing cross-process inventory, i.e., more advanced synchronized operations were needed. Innovation activities of production management services gradually expanded in all four districts (Kurashiki, Chiba, Keihin, Fukuyama) of JFE Steel, aimed at shortening production lead times. Through a series of these activities, qualities of production management services for all four districts became equivalent, resulting in the same level of the manufacturing lead time in all four districts.

1. はじめに

JFE スチールは、お客様からのご要求に応えるべく、1980年代の後半以降、コンピュータシステム技術の発展と歩調を合わせながら、各地区（倉敷、千葉、京浜、福山）の生産管理業務の変革を順次進めてきた。本稿では、JFE スチールが1990年代以降進めてきた、生産管理の基本思想に基づく生産管理業務改革の概要、技術の変遷などについて述べる。

2. 生産管理業務変革の時代背景

図1にJFE スチールにおける生産管理システムの変遷をシステム技術的な側面と業務的な側面から示した。

製鉄所における生産管理は、オーダー情報、各工場への生産指示情報、および、生産実績情報などの大量の情報を扱う必要があるため、早期からコンピュータを活用した情報化の取り組みを進めてきた。

1960年代後半から従来のバッチ処理の代替としてのオンラインシステム化、データベース化を推進し、1970年代半ば過ぎに完了した。

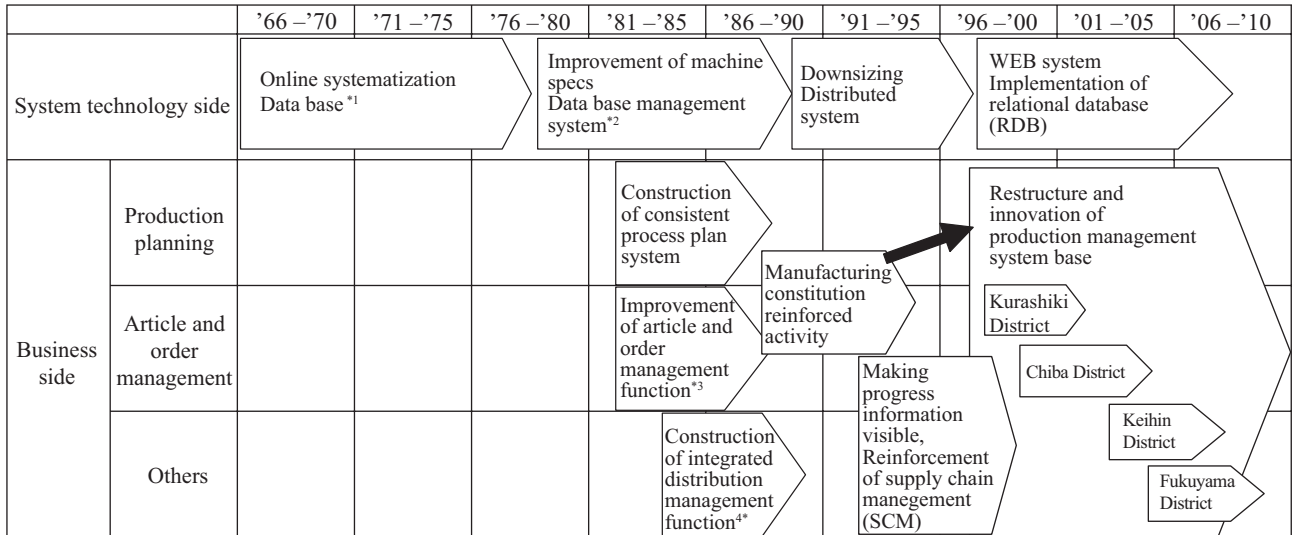
1970年代までは、情報システム基盤技術の限界により、製鉄所内の生産管理システムは工場単位に分断されており、各工場の操業管理は独立に行わざるを得ず、結果として個別に最適化するような生産管理運用の形態となっていた。当時、お客様からのご要求の多くは、汎用、大ロットのオーダーを大量に納入することであり、上述の生産管理運用により、鉄鋼業の特徴である大規模な設備を効率的に動かすことにご要求に応じてきた。

1980年代の後半に、JFE スチールにおける生産管理運用は大きな転換期を迎えた。

お客様からのご要求が変化し、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の必要性が増してきた。また、短納期製造対応のご要求も高まり、製造実力の向上、および、生産管理技術の向上の必要性が高まってきた。

短納期製造を達成するために、プロセスごとの安定生産、品質の安定化が重要になったが、それに加え、プロセス間の在庫を最小化すること、すなわち、より高度な同期化操業の必要性が高まった。

この時代に、情報システム基盤（ハード、ソフト）が顕著に改善された。マシンスペックの向上、および、DBMS (database management system) 化の流れを受けて、各工場



*1,2 The correspondence of each central computer and each operational computer in each factory has been executed.

*3 Slab designing and application of surplus articles have been improved and article management function have been enhanced (Grasp of place information etc.) concerning cold rolling steel and coated steel.

*4 Introduction of shipping planning function, article base information management, operation guidance.

図1 生産管理システムの変遷

Fig. 1 Transition of production management system

のシステムを更新し、リアルタイム処理の迅速化が図られ、従来のバッチ的な業務（処理）からオンラインでの業務への変換が可能となった。

更新の機会に、現品・オーダー管理機能の改善（冷間圧延、表面処理品種についてのスラブ設計、材料引当機能の改善、および、現品管理（置場情報など）機能の充実）を図るとともに、大規模かつ当時としては画期的な計画システムへのリフレッシュを行った。これにより、従来は工場ごとに独立して立案していた生産計画を製鋼から最終工程まで一貫して立案できる仕組みを構築した¹⁾。

従来は、大ロットでの生産をより効率的に管理する生産管理手法として、同一（または、類似）の製造仕様のオーダーを工程（製鋼、熱間圧延、冷間圧延）ごとにグルーピングする手法（計画ロット運用）を用いていたが、個別オーダーの進捗を細かく管理する必要性から、現品とオーダーとの関係を直接管理する運用への変革を行った。

この時期より、JFE スチールは、生産管理の運用を、個別オーダーの納期に向かって荷揃えさせる方式（荷揃基軸）に変更するとともに、「1ヶ月もの作り」をターゲットに、各製造プロセスの実力向上、生産管理手法の見直し（ライン間同期化、余剰レス化、現品基軸、命令リアル化）などにより短リードタイムでの生産活動が可能な体質への変革を開始した（取り組みの詳細については3章にて述べる）。

3. 短リードタイム製造への取り組み

図2を用いて、お客様からオーダーを受注し、製鉄所にてオーダーを受付して以降、製造を完了するまでのリードタイム

を短縮するための課題を説明する。図2において、横軸はオーダー納期を基準（原点）とした日数を示し、縦軸はオーダー受付後、各プロセス（製鋼、圧延、製造完了で例示）を通過済みの累積オーダー重量を示している。リードタイムを短縮するための主な課題は、(1) オーダー受付から製造開始まで（生産開始待ち時間）の短縮、(2) プロセス間時間の短縮（同期化レベルの向上）、(3) 製造ばらつき削減（余剰の削減、現品単位での進捗管理など）である。以下、おのおのについて詳細を述べる。

3.1 生産開始待ち時間の短縮

生産開始待ち時間の冗長化抑止の取り組みを以下に示す。

- (1) オーダー受注量とボトルネックライン生産能力のアンバランス解消

受注総量と生産能力のバランス（需給バランス）が崩れ、生産能力が不足すると、製造開始タイミングが遅れ、必要な量を必要なタイミングでお客様に納入できないケースが発生した。

JFE スチールでは、お客様の旺盛な需要に応えるべく、生産能力の分析を行い、ボトルネックとなるラインの能力向上に取り組むとともに、従来不十分であった需給バランスの管理を強化した。

具体的には、受注量に対する生産能力の過不足を検証する仕組みを構築し、旬（10日）単位でチェック結果により、稼働調整などによる生産能力増強の対応、受注量の調整などを行えるようにした。

- (2) 出鋼対象選定業務の短サイクル化

出鋼対象の選定業務は個別オーダー納期の考慮、チャ

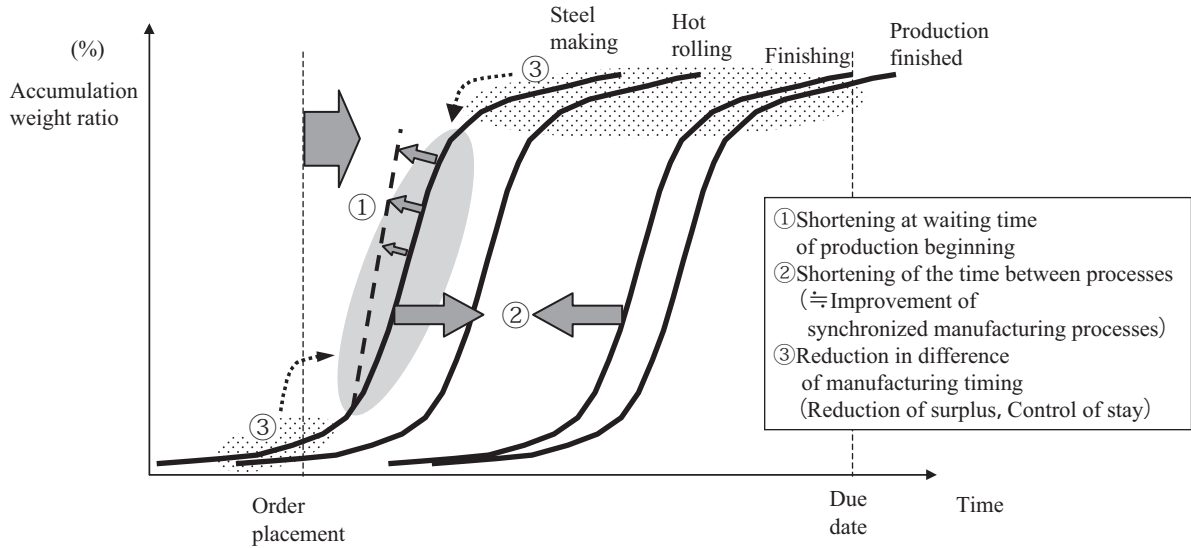


図2 リードタイム短縮の課題

Fig. 2 Problem of shortening lead time

システム制約の考慮などが必要なため、従来は1回/週の頻度で実施していたが、これによる待ち時間を削減するために、1回/日の頻度での業務が可能となるようにシステム機能の整備と業務の再構築を行った。

また、システム機能としては、定時での処理ではなく必要な時に随時での処理を可能としたので、短納期で受注したオーダーについて、バッチ業務での対象拾い込みを待たずに、必要なタイミングで製造開始が可能となった。これにより、製造開始待ち時間は図3に示すとおり、平均で4日短縮となった。

併せて、従来は1回/週の頻度で実施していたオーダー受付（本社から工場へのオーダー投入）についても、毎日可能とし、短納期オーダーへの対応力を強化した²⁾。

(3) ロットまとめ工期の短縮（出鋼チャンスフリー化）

製鋼工程での精錬、 casting から、オーダーごとの作り込みを開始するが、成分規格、および、幅の種類が多岐にわたることから、製造可能なロットにまとめる工期が

必要であり、製造開始待ちの主要因の一つとなっていた。成分規格に関しては、圧延後の冷却、焼鈍などの下流工程製造条件による作り分けを行うことで、統合を進めるとともに、異鋼種 casting 技術の開発などにより対応してきた。また、幅に関しては、サイジングプレス（熱間圧延前のスラブ幅調整）、連铸機の高速度幅変更技術や、ストランドごとの異幅 casting などにより対応してきた。

3.2 同期化レベルの向上（プロセス間時間の短縮）

プロセス間時間の短縮の取り組みを以下に示す。

(1) スケジュール作成対象現品の拡大

従来は、先行プロセスを通過した在庫から当該プロセス処理単位の現品を集めてスケジュールを作成していたために、リードタイムが冗長化していたが、製造実力（直行率）の向上を受けて、先行プロセス未通過の現品も見込み情報を活用してスケジュール作成対象にすることでプロセス間時間（先行プロセス完了予定～対象プロセス開始予定）の短縮を図った。

プロセス間時間は原理的には、搬送所要時間などの物理的な工期までの短縮が可能であるが、各プロセスのスケジュールの変動（遅れ、進み）もあり、若干の余裕を持たせて運用している。

(2) 実行調整業務体制の整備

在庫のみを対象としたスケジュール作成を脱却し、先行プロセス未通過の現品も対象とし、余裕時間を減らすためには、先行プロセス完了後に品質判定のために滞留する現品やスケジュール変動に対する調整を随時行う必要がある。そこで、24時間体制で監視とスケジュール調整を実施できるように体制を整備した（実行調整体制による命令業務リアル化）。

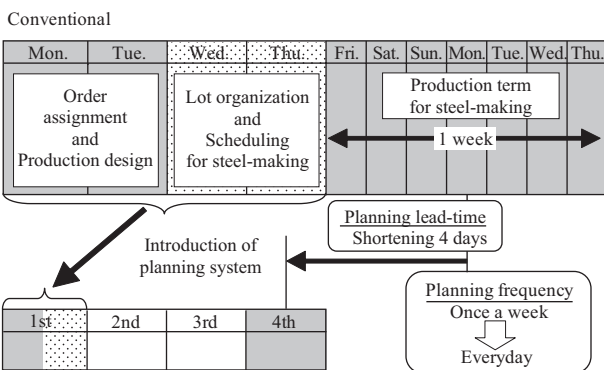


図3 出鋼対象選定の毎日化の概念説明図

Fig. 3 Concept explanation chart: Selection work of object for steelmaking

実行調整業務を支える情報システム機能として、情報鮮度の向上&可視化（「見える化」）のレベルアップ（既存システムの情報を吸い上げ（ラッピング）→製鋼から製造完了までを一元管理する統合現品データベース（DB）を構築／最新の GUI（graphical user interface）を駆使し業務をサポート）を図った。

3.3 製造ばらつき低減

(1) 余剰の削減による設備能力の有効活用

図4に余剰の発生形態を示す。

お客様と契約した納期を元に、各オーダーの出鋼すべきタイミングを決定し、同一タイミングで出鋼すべきオーダーをまとめて出鋼、鑄造の命令を作成する（キャスト編成）。オーダー量が製造可能下限重量より少なくなっているようなケースでは、図4のスラブ1、4に示すように、スラブ内に余剰部分を含む（部分余剰）ことになる。また、幅順に並べた結果、連続性が担保できていない場合やまとめたオーダー量の合計が製造ロット下限重量に満たない場合などでは、図4のスラブ3のように、スラブ全体が余剰（全余剰）となる場合がある。

余剰（不急なもの）を製造することで、必要なものが製造できず、設備の能力を阻害する。余剰を削減することで、図2の②に示すとおり、遅れ-先行のばらつき低減が図られ、お客様が必要とするタイミングでの製造、荷揃えが可能となる。

全余剰スラブ製造の抑止の技術として、3.1 (3) に示した各種技術を活用している。部分余剰の削減については、複数の製造条件のオーダーを組み合わせる技術を活用している（余剰レス化）。

(2) 現品単位での進捗管理

汎用品の大ロット生産の時代には、ロット単位（同

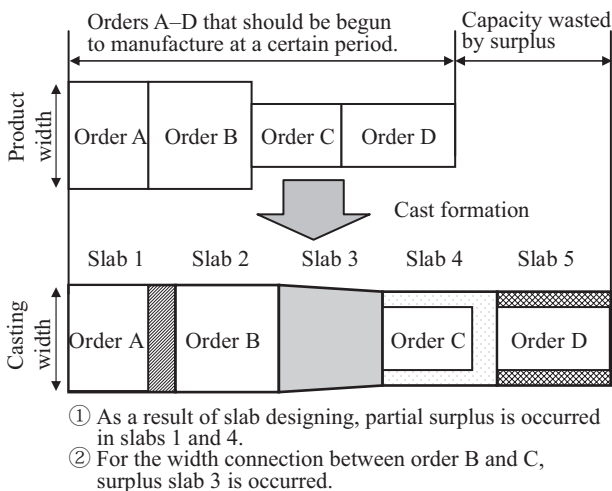


図4 部分余剰，全余剰発生形態

Fig. 4 Pattern of occurrence of partial surplus and whole slab surplus

一製造仕様のオーダーのまとまり）で製造のコントロールを行っており、オーダーごとの要求順どおりに、製造をコントロールできないケースが発生していた。個別のオーダー、現品単位でのきめ細かなコントロールを行うため、計画ロット単位での業務（製造指示，進捗管理）から、現品単位での業務に変革した（現品基軸）。

3.4 生産管理の短サイクル化

製鉄所内の生産管理は概略下述①～⑥により行われている。図5の< Former >に流れを示す。

- ① 利益計画：期（半年）単位の需要見通しを元に、各製鉄所の生産，出荷の計画を立案，必要に応じて，プロセスの稼働計画，工事計画を調整
- ② 月次（月間）計画：通過プロセスごと，納期ごとの受注済みオーダー量と各プロセスの能力諸元（能力，歩止），在庫計画を元に生産と出荷の計画を立案，必要に応じて，プロセスの稼働計画，工事計画を調整
- ③ 週次（週間）計画：仕掛および未製造オーダーを元に，1週間先程度までの各プロセスの操業計画を立案
- ④ 日次（日程）計画：当日，および，翌日の操業計画（処理順など）を立案
- ⑤ 操業指示：製造部門に操業順を指示
- ⑥ 実績把握：ライン実績を順次把握（操業実績：処理量，荷揃率，リードタイムなど）

従来は，実績把握の上で，翌月の月次計画にて操業変動に対する軌道修正の対応を行ってきたが，お客様からの要望の変化（小ロット化，難製造材の増加，短納期要求の増大など），および，需要の増加にともなうライン余力の減少などにより，さらに短サイクルでの軌道修正（実態把握とフィードバック）が必要となってきた。

そこで，図5の< After shortening >に流れを示すとおり，

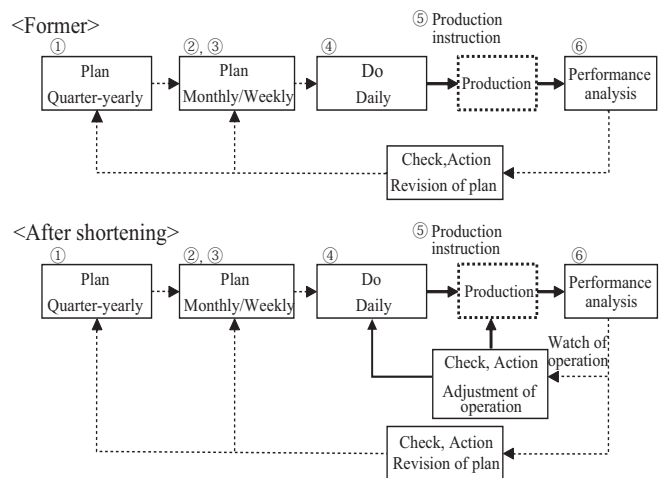


図5 生産管理業務の短サイクル化

Fig. 5 Shortening control cycle of production management

生産管理のより望ましい姿として、生産管理業務の短サイクル化を志向することとした。操業実績を24時間監視する体制を整備するとともに、日次計画、操業指示の変更権限を与えることで、迅速なアクションが可能となった。

4. 生産管理業務変革の4地区への展開

JFE スチールは3章で述べた生産管理業務の変革を、1992年に旧川崎製鉄水島製鉄所（現西日本製鉄所倉敷地区）の製造体質強化活動から始めた。以降、1999年旧川崎製鉄水島製鉄所（現西日本製鉄所倉敷地区）の薄板システム刷新プロジェクト、2000年旧川崎製鉄千葉製鉄所（現東日本製鉄所千葉地区）システム刷新プロジェクトへと継承・発展を続け、JFE スチールへの統合後は、2003年東日本製鉄所京浜地区システム刷新プロジェクト、2007年西日本製鉄所福山地区薄板システム再構築プロジェクトへと展開した。

この一連のプロジェクトにより、JFE スチールの各製鉄所（4地区）の生産管理業務の品質は等価なものとなり、製造地区によらず同様のサービスをお客様に提供できる体制が整った。その成果として、各品種の製造リードタイムは4地区共通で短縮され、**図6**示すように、製造リードタイムの地区間較差指標（最長地区のリードタイム÷最短地区のリードタイム）は2.20から1.08へと大幅に圧縮された。

5. おわりに

JFE スチールにおける生産管理業務変革について、本稿では述べた。まとめると、以下のとおりである。

- (1) お客様からの要求に応えるべく、JFE スチールはコンピュータシステム技術の改善と歩調を合わせ、1990年代以降に、生産管理業務の変革を一連のプロジェクトにより進めた。
- (2) 変革のポイントは以下の4点である。
 - ・生産開始待ち時間の短縮
 - ・同期化レベルの向上（プロセス間時間の短縮）
 - ・製造ばらつきの低減

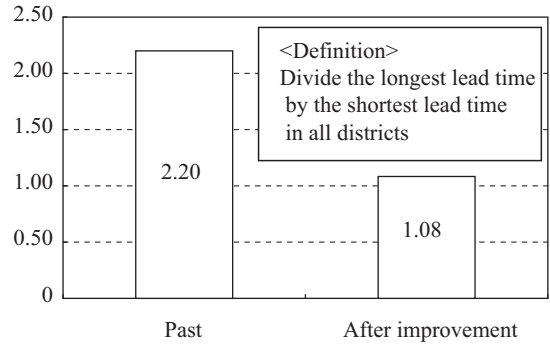


図6 リードタイム較差指標の変化

Fig. 6 Change of lead time disparity index

- ・生産管理の短サイクル化
- (3) 各製鉄所（4地区）とも、短リードタイムでの製造が可能となったので、短納期での納入のご要求への対応力が改善された。
 - (4) JFE スチールの各製鉄所（4地区）の生産管理業務の品質は等価なものとなり、製造地区によらず同様のサービスをお客様に提供できる体制が整った。これにより、お客様からの要求量が増えたケースなどで、地区間での生産のバックアップをする際に、製品の品質のみでなく納期対応、デリバリー品質などについても、元の地区と同レベルでの対応が可能となった。

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.



菅井 一志



沖本 伸一



黒川 克美