

(技術資料)

鑄鍛鋼工場における操業記録・生産管理システムの活用

Utilization of Operational Record via Production Management System at Steel Casting & Forging Mill



福田裕也*1
Yuya FUKUDA



久保亮貴*2
Ryoki KUBO



富岡 篤*1
Atsushi TOMIOKA



西口克茂*1
Katsushige NISHIGUCHI

Kobe Steel's Steel Casting & Forging Division is implementing a system for integrally managing the entire process of forged steel crank throw production. Part of this change has been an effort to systematize operation management and production planning management. The systematization of operation management has totally eliminated the handwritten records of alignment operations, improving the accuracy of quality control, while the systematization of production planning management has enabled the immediate preparation of accurate process charts. This paper reports on the background, functions, and effects of the above systematization.

まえがき = 当社の高砂製作所鑄鍛鋼工場では、船舶に用いられるディーゼルエンジン用クランク軸を主に製造している。従来、クランク軸の主要部材であるクランクスロー（以下、スローという）は鑄鋼製を使用していたが、2010年頃に鍛鋼製のスローへの切り替えを行った。鑄鋼スローは全ての製品を同じ製造工程で製造していた。しかし、鍛鋼スローでは鍛錬方法（ブロックスロー、型入れスロー、折曲げスローなど）によって、製造順序や使用設備が異なるなど、製造工程が大きく異なる。このため、生産計画がこれまでよりも複雑になった。また、手入力や紙ベースなどを使用した属人的な管理方法により、操業の記録や生産実績管理などを行っていた。これらの管理方法では精度・傾向管理の点で限界があり、改善が必要となっていた。これまでの管理における問題点を以下にまとめる。

- (1) 操業記録管理：手書きで記録していたため記入漏れや、後工程への結果送付忘れなどの不具合が発生していた。
- (2) 生産計画管理：製品識別番号（以下、Ch.Noという）の重複等の不具合が後を絶たず、ミスなく生産計画を作成・管理することが手入力では困難であった。
- (3) 生産実績管理：工程担当者が現場作業者に実績情報をヒアリングして確認するという属人的な管理を行っており、実績を適宜把握できない状況であった。

これらの問題を解決するために、スロー製造工程の中間工程（以下、中間工程という）である芯出・ガス切断・熱処理工程を対象に、操業記録および生産計画管理のシステム化に取り組んだ。本稿では、システム導入までの

経緯とシステム化による効果について報告する。

1. 組立型クランク軸の製造工程

組立型クランク軸を構成する部材を図1に示す。また、組立型クランク軸の全製造工程およびその中間工程である芯出・ガス・熱処理工程を図2に示す。中間工程では鍛錬後のスロー入材後、芯出、ガス切断、熱処理作業などを行っている。スローは鍛造方法によって芯出以降の製造が異なる複雑な工程となっている。各スローの製造工程を表1に示す。表中の丸印はその工程を通るこ

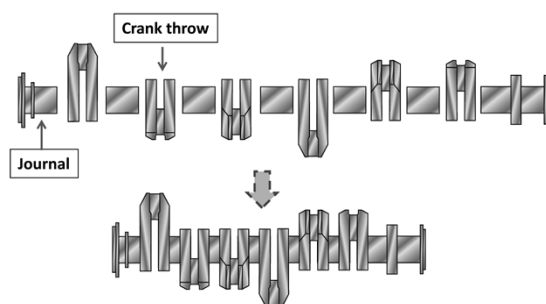


図1 組立型クランク軸を構成する部材
Fig.1 Parts of built-up type crankshaft

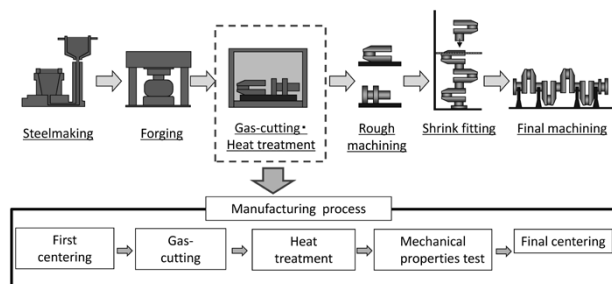


図2 組立型クランク軸の製造工程
Fig.2 Manufacturing process of built-up type crankshaft

*1 鉄鋼事業部門 鑄鍛鋼事業部 鑄鍛鋼工場 製鋼鑄造部 *2 鉄鋼事業部門 鑄鍛鋼事業部 技術開発部

表 1 各スロー製造工程

Table 1 Manufacturing process of each crank throw

Forging	Gas-cutting	Centering	Gas-cutting			Centering	Gas-cutting	Heat treatment
	Split cutting	First centering	Inner space	Pin	Outer	Centering before gas-cutting	Back chamfer	
Block throw	○	○	○	○	○	○	○	○
Die forged throw	×	○	×	○	○	×	×	○
Fold forged throw	×	○	×	○	○	×	○	○

とを示している。

このように、製造工程の異なるスローを確実にニアネット形状にガス切断して機械加工時間を短縮し、熱処理によって機械的性質を確保することが中間工程の役割である。

2. 操業記録管理・生産計画システム化

2.1 操業記録管理の問題点

従来、中間工程では手書きによる操業記録や工程担当者の勤や経験による生産計画が行われていた。生産計画の複雑化や品質、納期に対する顧客要求の厳格化が進むなか、工場全体を効率的かつ統合的に管理するシステムが必要となっていた。現在、取り組んでいる全生産一元管理システムの全体像を図3に示す。

今回は、この中でも操業記録管理のシステム化と生産計画管理のシステム化について報告する。図2に示すとおり、中間工程では「芯出」という作業を2回行う。「受入芯出」は、ガス切断可能な取代を確保するために最終仕上げ形状をもとに取代を測定し、最適な芯で野(け)書き線を入れる作業である。「機械加工送り前芯出」は後工程の機械加工取代を確保するために「受入芯出」と同様の作業を行うものである。芯出の後工程では、芯出記録をもとに作業を行うため、芯出記録は重要である。

従来は、芯出記録は手書きで記録してFAXで事務所や後工程に送付していた。このため、記入漏れや送付忘れなどにより、後工程が作業に取りかかれないことがあった。また、取代傾向管理が正確に行えないなど、品質面においても問題があった。この不具合発生を分類した結果を図4に示す。手書きのため数字が読み取りにくい「取代数値判別不可」と「記入漏れ」で全体の約65%を占めていることが図4からわかる。他には、現場から事務所や後工程への「芯出結果送付忘れ」や「電子データ入力間違い(手書き情報データのパソコン入力ミス等)」がある。

2.2 操業記録管理システム化による改善

- 前項の問題を解決するために導入した芯出記録管理システムを図5に示す。システム構成は以下のとおりである。
- ①作業場へタブレットPCを導入し、手書きによる芯出操業記録を全廃。
 - ②入力漏れがあった場合は、システム上でアラームが表示され、入力漏れを防止。
 - ③現場でタブレットに入力したデータはデータベースに保存され、自動で事務所側に転送されるため、パソコンで芯出結果を確認することが可能。
 - ④データは自動で集計・グラフ化され、傾向管理が可能。

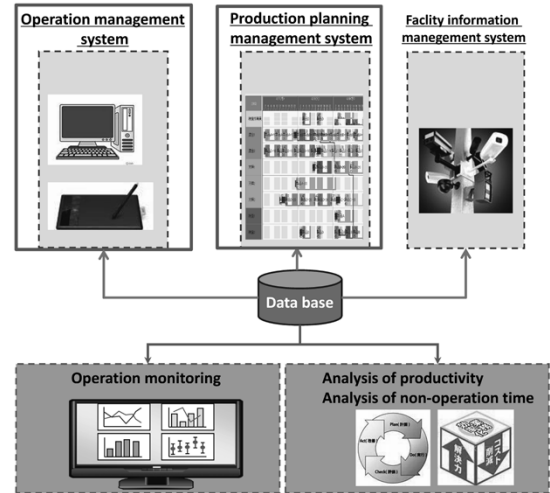


図3 全生産一元管理システムの全体像

Fig. 3 Configuration of integrated management system

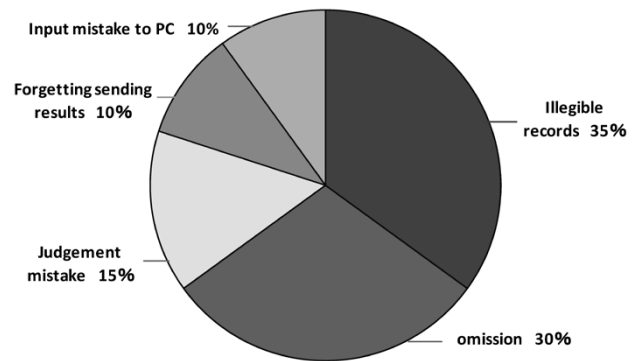


図4 芯出記録に関する不具合発生割合

Fig. 4 Ratio of malfunction in centering process

当該システムを導入した結果、これまで問題となっていた芯出記録不具合を撲滅することができた。また、傾向管理も容易となり、品質管理の精度も向上した。

2.3 生産計画・生産実績管理の問題点

操業記録と同様に、生産計画においても問題を抱えていた。上述したように、鋳鋼スローから鍛鋼スローへと製造方法が変化して製造工程が複雑になった。従来、Microsoft Excel[®] (Microsoft Excelは米国Microsoft社の登録商標)のシートに手入力して工程表を作成していた。しかし、人手によって工程表を作成することは精度・効率の点で限界となっていた。

また、従来は熟練工程担当者の勤と経験に基づいて生産計画・工程表を作成していた。しかし、熟練工程担当者の定年退職が迫ったため、高精度で効率的に生産計画・工程表を作成できる生産計画管理システムの構築が必要となった。

従来、工程担当者がExcel[®]のシートを使用して一か

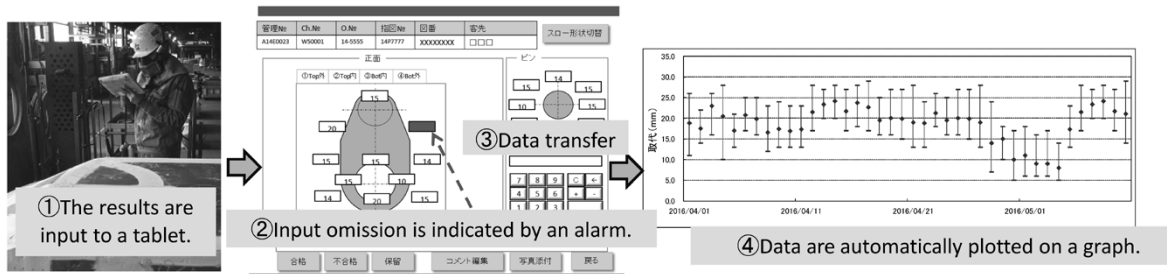


図5 芯出記録管理システム
Fig. 5 Operation management system for centering

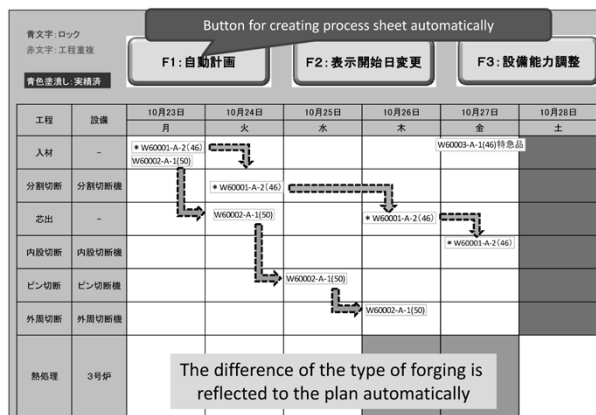


図6 生産計画管理システム
Fig. 6 Production planning management system

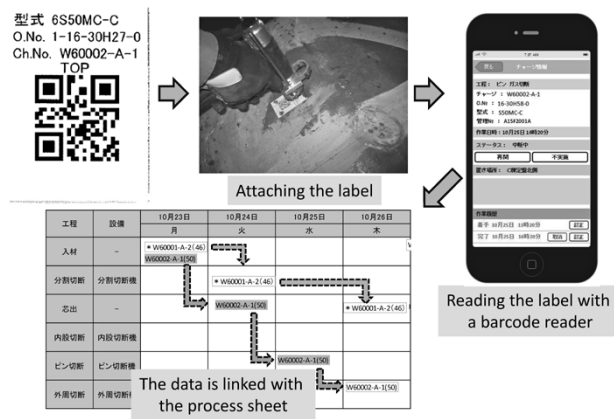


図7 生産実績管理システム
Fig. 7 Production result management system

ら手入力で作成するため、同一のCh.Noを持つ製品が複数存在したり、工程記載漏れがあったりした。また、急な工程変更に合わせて工程表作成が操業に追いつかないこともあった。生産実績の確認においても実績を適宜把握できない属人的な管理となっていた。工程担当者が現場作業者に実績情報をヒアリングしたり、現場で製品の進捗をチェックして確認したりする必要があった。これらが人手による生産計画・実績管理の不具合であった。

2.4 生産計画管理システム化による改善

前項の問題を解決するために、生産計画管理のシステム化に取り組んだ。生産計画担当者の製造設備や工程におけるノウハウをマスターに落とし込み、鍛造方法（ブロックスロー、型入れスロー、折曲げスローなど）による製造工程の違いを、設備マスターに反映させることで工程表を自動で作成可能とした。

これにより、工程漏れなどがなくなり、急な工程変更が起きた場合にも即座に間違いなく工程表に反映することが可能となった。生産計画管理システムを図6に示す。

2.5 生産実績管理システム化による改善

工程担当者が現場作業者に実績情報をヒアリングして確認するという属人的な管理から、各工程での実績情報を集約して一元管理するシステムへの改善を図った。ツールとしては、製品情報が記載された耐熱ラベルとバーコードリーダー（携帯型端末）を用いた。新たな生産実績管理の流れを図7に示す。

まず、受入芯出作業でスローのガス切断を実施しない部位に耐熱ラベルを取り付ける。耐熱ラベルは高温の熱処理でも変形や変色のしにくい素材となっており、当工

場の出荷まで剥がれることはない。耐熱ラベルには識別管理情報としてCh.NoやO.Noの他に、QRコード®(QRコードは(株)デンソーウェブの登録商標)も転写されている。工場内のWi-Fi®(Wi-FiはWi-Fi Allianceの登録商標)環境の下、QRコード®を各工程の作業開始前・終了後にバーコードリーダーで読み取ることで、作業完了の実績が生産管理システムで作成した工程表にも自動で反映されるようにした。

これまで、ガス切断や熱処理ごとにCh.Noをスロー本体にチョークで書き直していた。しかし、Ch.Noが記載された耐熱ラベルを取りつけることで、熱工程前後での書き直しミス防止につながり、識別管理強化にもつながった。

むすび=生産計画・実績管理システムおよび操業記録管理システムを作りあげ、以下の効果を得た。

- (1) 操業記録管理システム化により手書きによる芯出操業記録を全廃し、品質管理の精度が向上した。この結果、操業記録の記入漏れや送付忘れなどがなくなり、1年間の不具合発生件数が20件から0件となった。
- (2) 生産計画管理システムにより、工程漏れや同一Ch.Noの重複等の不具合がなくなった。また、急な工程変更にもミスなく即座に工程表に反映することが可能となった。
- (3) 生産実績管理においても、耐熱バーコードなどのツールを使用し、生産実績が工程表に自動で反映されるようシステム化を行った。その結果、生産実績を適宜把握できるようになった。