

品質データ管理システムの開発

古川 輝

1 はじめに

KYB-YS(株)鋳造センターでは、油圧ショベル用コントロールバルブのバルブハウジング(写真1)の素材を鋳造によって生産している。バルブハウジングは、油圧シリンダや油圧モータなどの各種アクチュエータを制御するために、その内部は複雑な油圧回路で構成されている(写真2)。また、鋳造は鋳型に中子をセットし、溶かした金属を流し込んで生産されるが、いずれかの製造条件が少しでも悪いと安定した製品を生産することができないため、高い製造技術と品質管理体制の構築が必要となっている。



写真1 バルブハウジング

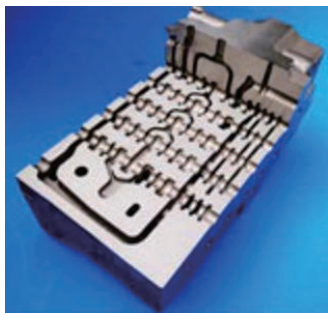


写真2 製品カットサンプル

しかし、これまでの生産では、ベテラン技術者の経験や勘に頼った品質管理を実施しており、製造時の品質データを活用した管理が十分に実施できていなかった。実際に、品質データの収集は重要と思われる工程に対してのみ実施しているため、製品不良が発生しても原因特定に多くの時間を費やしてしま

うことや、十分に追跡できず真因が特定できないことがあった。

そこで、製造時の品質データを全工程、全品に対して収集し、後から追跡可能なシステムを開発したので紹介する。

2 システム導入の目的

本システムの導入目的は最終的には不良率を低減させることであるが、段階的に以下のステップに分けて開発を実施する。

- ①品質データの収集、見える化
- ②不良発生要因の特定
- ③不良発生の未然防止

本報では、上記①の内容について紹介する。

3 生産ラインの概要

KYB-YS(株)鋳造センターの全製造ラインの生産の流れを図1に示す。

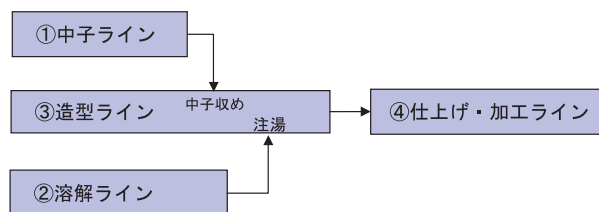


図1 全製造ラインの生産の流れ

各ラインの主な生産内容は以下のとおりである。

①中子ライン

金型に砂を充填して焼成し、その後、組立、仕上げを実施して中子を生産する(写真3)。

②溶解ライン

金属や各種材料を高温で溶かして、溶湯を生産する。

③造型ライン

砂を型に押し込み、硬化させて鋳型を生産する。その後、中子収め工程で、①で生産した中子を鋳型にセットし、注湯工程で、②で生産した溶湯を鋳型に流し込む。さらに、その後冷却し、解枠して鋳物を取り出す。

④仕上げ・加工ライン

解枠した鋳物に対して、ショット、検査、機械加工を実施し、製品が完成する。

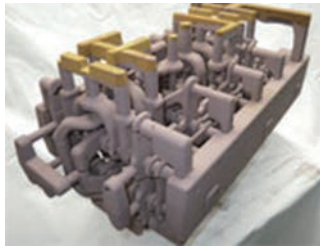


写真3 中子完成品

本システムは全製造ラインのデータ収集を対象とする。特に中子、鋳型、溶湯は鋳造という工法の性質上、最終的には実体がなくなるため、品質データを収集しても後から追跡することが困難である。これらの追跡を実現させることが、本技術開発のポイントである。

4 システム構成

システム構成を図2に示す。設備、または製造現場に設置したタッチパネルからリアルタイムに品質データを収集し、データベース（以下DB）サーバに書き込むというのが、システムの基本的な流れである。また、パソコンで事前に生産計画（造型ライン、溶解ラインの計画）を登録し、その計画をタッチパネル、設備に転送することで生產品番、順序を指示する仕組みも構築している（詳細は第6項で説明する）。

各機器の概要を以下に示す。

①DBサーバ

本システムに関わる各種マスタデータや収集した品質データを一元管理する。

②パソコン

本システムのパソコン用ソフトを用いて、収集した品質データの閲覧や、生産計画、各種マスタの登録を行う。

③タッチパネル

設備では収集できない、人の判断が必要な項目（気づき情報^{注1)}、不良箇所、合否判定結果など）の

入力や、生産計画、作業標準書などの表示を行う。

④設備

生産時にセンサや計測器で計測した品質データを収集する。

注1) 作業を実施する上で作業者が気づいた、または気になった情報を示す。

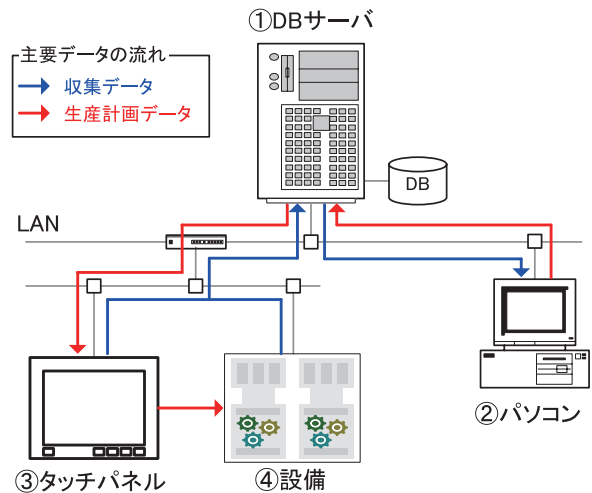


図2 システム構成

5 個体識別とデータ紐付け仕組み

5.1 シリアルNo.の生成と紐付きの概要

生産した製品から各工程で収集した品質データを追跡するためには、品質データにその製品を識別するための情報を紐付ける必要がある。そこで各ラインで生産した製品及び中間製品^{注2)}個々に対してシリアルNo.^{注3)}を生成し、品質データに紐付けてデータ収集するようにした。シリアルNo.の生成と紐付きの流れを図3に示す。

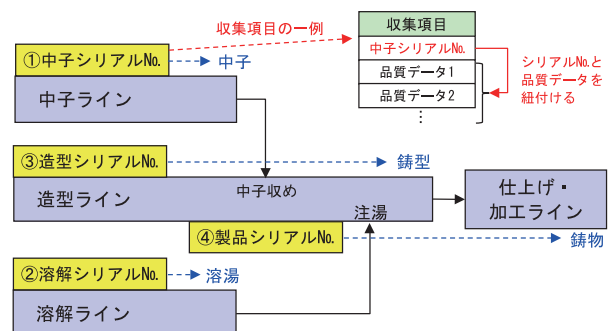


図3 シリアルNo.の生成と紐付きの流れ

シリアルNo.は中子、鋳型、溶湯、鋳物（製品）に対してそれぞれ生成し、製品と各中間製品が組み合わさった時に各シリアルNo.を互いに紐付ける。紐付ける工程は造型ラインの中子収め工程及び注湯工程

が該当する。そして、各シリアルNo.の紐付け情報をDBサーバに保存し、必要時にシリアルNo.から関連するシリアルNo.を検索できるようにする。そうすることで鋳物から各工程の品質データの追跡（トレースバック）及び溶湯などの中間製品から鋳物の追跡（トレースフォワード）を可能としている。

注2）中子、鋳型、溶湯のように、最終製品ではなく、途中の工程で生産される製品を示す。

注3）他と重複しない固有番号で、本システムでは「製品記号-生産日-追番」の書式で生成している。

5.2 現品へのシリアルNo.紐付け方法

生成したシリアルNo.は、対象の製品、中間製品と常に紐付いた状態にしておく必要がある。一般的には、現品に直接シリアルNo.を印字させる方法があり、実際に鋳物に対してはこの方法でシリアルNo.の紐付けを実施している。しかし、その他の中間製品においては、現品が砂、溶湯であることから、技術的、物理的にも現品に直接印字させることが困難であったため、別の方法で現品に対してシリアルNo.の紐付けを実施した。

中子へのシリアルNo.の紐付け方法を図4に示す。

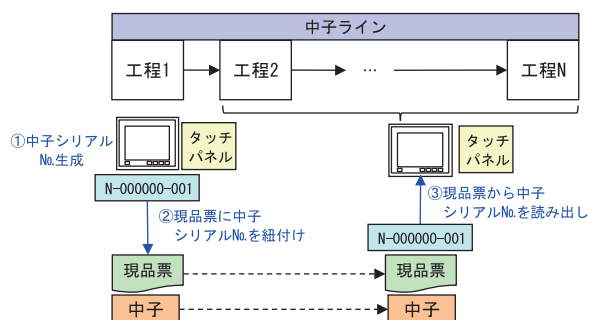


図4 中子へのシリアルNo.紐付け方法

中子ラインでは、中子個々に対して現品票を添付し、その中子を一目で現品識別できるようにしている。現品票には品番や、その現品票を識別するための識別番号などの情報、及びそれらの情報を保持したQRコードが印字されている（図5）。本開発では、この現品票を利用して中子に対してシリアルNo.の紐付けを実施している。紐付けの流れを以下に示す。

- ①先頭工程に設置したタッチパネルにて、その工程の生産が完了した時に中子シリアルNo.を生成する。
- ②タッチパネルに接続しているバーコードリーダーで中子に添付されている現品票のQRコードを読み取る。この作業により、現品票に対して中子シリアルNo.を紐付ける。
- ③次工程以降ではバーコードリーダーで現品票のQRコードを読み取ることで中子シリアルNo.を

読み出す。

また、この方法により、データ収集（品質データとシリアルNo.を紐付け）においても短時間で確実に実施することができるようになった。

中子ライン現品票		A00001	
品番	AAAAA-AAAAA		
棚番	B001		
工程	工程1→工程2→…→工程N		

図5 現品票のイメージ

鋳型へのシリアルNo.紐付け方法を図6に示す。

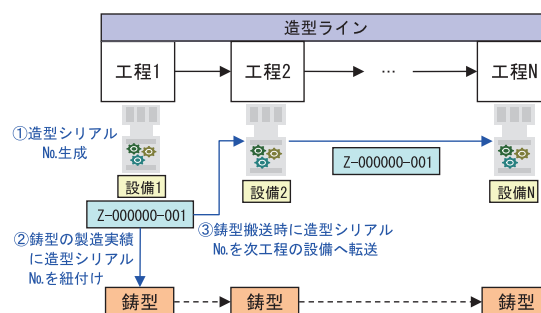


図6 鋳型へのシリアルNo.紐付け方法

本開発では各工程の設備を使って、鋳型に対してシリアルNo.の紐付けを実施している。紐付けの流れを以下に示す。

- ①先頭工程の設備にて、その工程の生産が完了した時に造型シリアルNo.を自動生成する。
- ②生成した造型シリアルNo.を設備内で保持している鋳型の製造実績（品質データ）に紐付ける。
- ③鋳型が次工程に移動する際に、造型シリアルNo.を次工程の設備に転送する。そして、次工程で生産した際に、造型シリアルNo.を製造実績に紐付ける。以後、最終工程まで同様の流れを繰り返す。

シリアルNo.を実際の現品に対して紐付けるのではなく、製造実績に対して紐付けるのが主な特徴である。この方法の場合、設備の制御だけで紐付けできるため、作業員に対して余分な作業が発生せず、紐付け間違いも防止できるというメリットがある。また、溶解ラインにおいても造型ラインと同じ方法でシリアルNo.の紐付けを実施している。なお、中子ラインで紐付け方法が異なるのは、中子ラインは手作業工程が多く、設備がない工程があるためである。

6 生産指示の仕組み

本開発では品質データ管理の一環として、事前に作成した造型ライン、溶解ラインの生産計画を各ラインの設備、タッチパネルに転送することで、設備、作業員に対して生産指示をする仕組みを構築した。生産指示の流れを図7に示す。

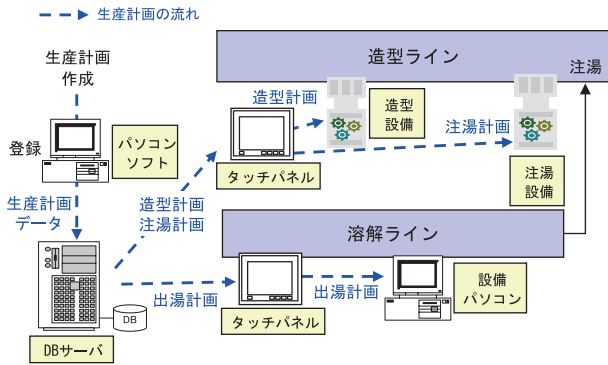


図7 生産指示の流れ

造型ラインには造型計画と注湯計画が転送される。造型計画は造型する品番、生産順序などで、注湯計画は生産する品番、生産順序、注湯パターン番号^{注4)}などである。なお、造型計画と注湯計画が分かれているのは、溶湯の材質の都合上、造型順序と注湯順序が異なることがあるためである。設備ではこれらの計画を基に、自動で鋳型を搬送、注湯するように制御している。また、溶解ラインには出湯計画が転送される。出湯計画は出湯する溶湯の材質、重量、注湯する対象品番などである。設備では出湯計画を基に自動で添加する材料、添加量を計算し、溶解炉に投入するように制御している。このように生産指示により設備を自動制御したことで、作業員の省人及び人的ミスの防止を図ることができた。更に、これら生産計画を基に、溶解ラインの溶解シリアルNo.の生成及び品番情報の品質データへの紐付けも実施しており、品質データ管理においても大きな役割を担っている。

注4) 注湯時の設備条件を識別するための番号で、番号の違いで注湯量や注湯速度などが異なる。

7 開発ソフトの機能

本開発では、ユーザが操作する画面ソフトとして、タッチパネルとパソコンのソフトを開発した。主な機能について以下に説明する。

7.1 タッチパネル用ソフト

7.1.1 生産計画表示機能

図8は造型ラインで表示する生産計画の表示画面

である。画面上には生産する品番と順序及び進度(図中の●, ▲)が表示され、現在の生産進捗状況が一目でわかるようになっている。また、チャージ番号(CH)は溶解ラインの溶解炉で1回当たりに生産する溶湯の単位を示しており、この画面で溶解ラインの生産計画も確認できる。よって、造型ラインでトラブルが発生した場合に、溶解ラインのどのチャージに影響がでるのか把握でき、溶解ラインに対して事前にアクションを取ることが可能である。

QTS					01/01 00:00:00	
工程名:造型ラインB					速度: ●...完(良), X...完(不), ▲...進行中	
1CH	2CH	3CH	4CH	5CH	作業標準書	
AAAAA-AAAA	● AAAAA-AAAA	CCCCC-DDDDD	AAAAA-AAAA	DDDDD-DDDDD		
AAAAA-BBBBB	● AAAAA-AAAA	CCCCC-DDDDD	AAAAA-BBBBB	DDDDD-DDDDD		
AAAAA-AAAA	● AAAAA-BBBBB	AAAAA-AAAA	AAAAA-AAAA	DDDDD-AAAA		
AAAAA-BBBBB	● AAAAA-BBBBB	AAAAA-BBBBB	AAAAA-BBBBB	DDDDD-AAAA		
BBBBB-AAAA	● BBBB-BBBBB	AAAAA-AAAA	BBBBB-BBBBB	EEEE-E-EEEE		
BBBBB-BBBBB	● BBBB-BBBBB	AAAAA-BBBBB	BBBBB-BBBBB	EEEE-E-EEEE		
BBBBB-AAAA	▲ BBBB-AAAA	DDDDD-DDDDD	BBBBB-AAAA	EEEE-E-EEEE		
BBBBB-AAAA	BBBBB-AAAA	DDDDD-DDDDD	BBBBB-AAAA	EEEE-E-EEEE		
CCCCC-CCCC	AAAAA-AAAA	DDDDD-AAAA	AAAAA-AAAA	EEEE-E-EEEE		
CCCCC-CCCC	AAAAA-AAAA	DDDDD-AAAA	AAAAA-AAAA	BBBBB-BBBBB		
	AAAAA-BBBBB		AAAAA-BBBBB	BBBBB-BBBBB		
	AAAAA-BBBBB		AAAAA-BBBBB	BBBBB-AAAA		
				BBBBB-AAAA		
				BBBBB-AAAA		

図8 造型ライン生産計画の表示画面

図9は溶解ラインで表示する生産計画画面である。画面上にはチャージ番号、1回当たりの出湯単位を示す処理No.、材質、重量などが表示される。溶解ラインでは毎回出湯する重量が異なり、また材質によって添加する材料も異なるため、その点を考慮して段取りする必要がある。本画面により次に実施すべき段取り内容を把握することができる。

QTS					01/01 00:00:00	
工程名:溶解ライン						
溶解シリアル	S-000000-001-1		総重量(1CH)	2800		
チャージNo	1	処理No	1	総重量(1処理)	1000	
出湯計画データ						
CH	ライン	品番	材質	処理No	方量重量	速度
1	B	AAAAA-AAAA	FCD500	1	250	▲
1	B	AAAAA-BBBBB	FCD500	1	250	▲
1	B	AAAAA-AAAA	FCD500	1	250	▲
1	B	AAAAA-BBBBB	FCD500	1	250	▲
1	B	BBBBB-AAAA	FCD500	2	200	
1	B	BBBBB-BBBBB	FCD500	2	200	
1	B	BBBBB-AAAA	FCD500	2	200	
1	B	BBBBB-BBBBB	FCD500	2	200	
1	B	CCCCC-CCCC	FCD500_XX	3	500	
1	B	CCCCC-CCCC	FCD500_XX	3	500	

図9 溶解ライン生産計画の表示画面

7.1.2 気づき情報入力機能

図10は作業員が気づき情報を入力する画面である。

画面上にはあらかじめ工程毎に登録しておいた気づき情報が一覧表示される。作業者はリストから任意の気づき情報をタッチするだけで気づき情報を入力することができる。また、気づき情報は必要に応じて後から追加することもできるため、運用しながら、より現場の実体に合った情報を収集することが可能である。

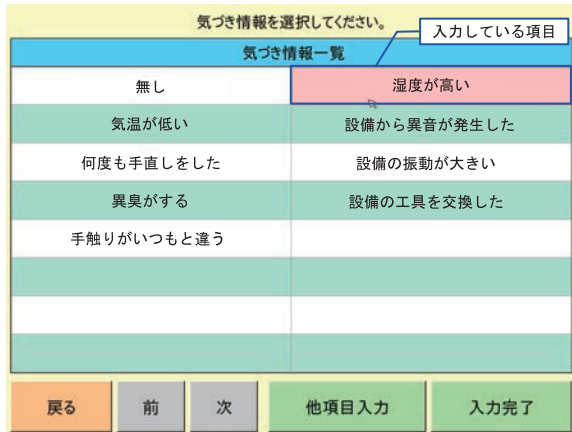


図10 気づき情報入力画面

7.2 パソコンソフト

7.2.1 収集データ閲覧機能

図11は設備やタッチパネルで収集した品質データを一覧表示する画面である。本画面で製品個々に対して、いつ、誰が、どのような条件で生産したかを確認できる。また、検索条件として任意の工程やラインの実績だけでなく、全工程を対象とした検索も可能である。全工程検索は、鋳物製品に紐づく中子溶解、造型の全ての品質データを一覧表示する検索であり、不具合が発生した鋳物に対してどの工程の

No	収集時刻	中子シリアルNo	品番	作業者	温度(°C)	湿度(%)
1	2016/01/01 00:00:00	N-00000-001	AAAAA-AAAAA	富塚 太郎	25.1	60.5
2	2016/01/01 00:00:01	N-00000-002	AAAAA-AAAAA	富塚 太郎	25.1	60.5
3	2016/01/01 00:00:02	N-00000-003	AAAAA-AAAAA	富塚 太郎	25.1	60.5
4	2016/01/01 00:00:03	N-00000-004	AAAAA-AAAAA	富塚 太郎	25.1	60.5
5	2016/01/01 00:00:04	N-00000-005	AAAAA-AAAAA	富塚 太郎	25.1	60.5
6	2016/01/01 00:00:05	N-00000-006	AAAAA-AAAAA	富塚 太郎	25.1	60.5
7	2016/01/01 00:00:06	N-00000-007	AAAAA-AAAAA	富塚 太郎	25.1	60.5
8	2016/01/01 00:00:07	N-00000-008	AAAAA-AAAAA	富塚 太郎	25.1	60.5
9	2016/01/01 00:00:08	N-00000-009	AAAAA-AAAAA	富塚 太郎	25.1	60.5
10	2016/01/01 00:00:09	N-00000-010	AAAAA-AAAAA	富塚 太郎	25.1	60.5
11	2016/01/01 00:00:10	N-00000-011	AAAAA-BBBB	富塚 太郎	25.1	60.5
12	2016/01/01 00:00:11	N-00000-012	AAAAA-BBBB	富塚 太郎	25.1	60.5
13	2016/01/01 00:00:12	N-00000-013	AAAAA-BBBB	富塚 太郎	25.1	60.5
14	2016/01/01 00:00:13	N-00000-014	AAAAA-BBBB	富塚 太郎	25.1	60.5
15	2016/01/01 00:00:14	N-00000-015	AAAAA-BBBB	富塚 太郎	25.1	60.5
16	2016/01/01 00:00:15	N-00000-016	AAAAA-BBBB	富塚 太郎	25.1	60.5
17	2016/01/01 00:00:16	N-00000-017	AAAAA-BBBB	富塚 太郎	25.1	60.5
18	2016/01/01 00:00:17	N-00000-018	AAAAA-BBBB	富塚 太郎	25.1	60.5
19	2016/01/01 00:00:18	N-00000-019	BBBBB-BBBB	富塚 太郎	25.1	60.5
20	2016/01/01 00:00:19	N-00000-020	AAAAA-BBBB	富塚 太郎	25.1	60.5
21	2016/01/01 00:00:20	N-00000-021	AAAAA-BBBB	富塚 太郎	25.1	60.5
22	2016/01/01 00:00:21	N-00000-022	BBBBB-CCCC	富塚 花子	25.1	60.5
23	2016/01/01 00:00:22	N-00000-023	BBBBB-CCCC	富塚 花子	25.1	60.5
24	2016/01/01 00:00:23	N-00000-024	BBBBB-CCCC	富塚 花子	25.1	60.5
25	2016/01/01 00:00:24	N-00000-025	BBBBB-CCCC	富塚 花子	25.1	60.5
26	2016/01/01 00:00:25	N-00000-026	BBBBB-CCCC	富塚 花子	25.1	60.5
27	2016/01/01 00:00:26	N-00000-027	BBBBB-CCCC	富塚 花子	25.1	60.5
28	2016/01/01 00:00:27	N-00000-028	BBBBB-CCCC	富塚 花子	25.1	60.5
29	2016/01/01 00:00:28	N-00000-029	BBBBB-CCCC	富塚 花子	25.1	60.5

図11 収集データ表示画面

データに問題あるかを確認することができる。また、品質データはリアルタイムに収集されているため、現在の生産状況も把握することができる。

7.2.2 データ傾向確認機能

図12、図13は収集した任意のデータの推移やばらつきなどをX-Rs管理図、ヒストグラムで表示した画面である。本画面で収集データを日々傾向管理して、異常データの即時検出や、不具合発生時のデータの特徴を調べて、不具合原因の特定などに繋げることができる。

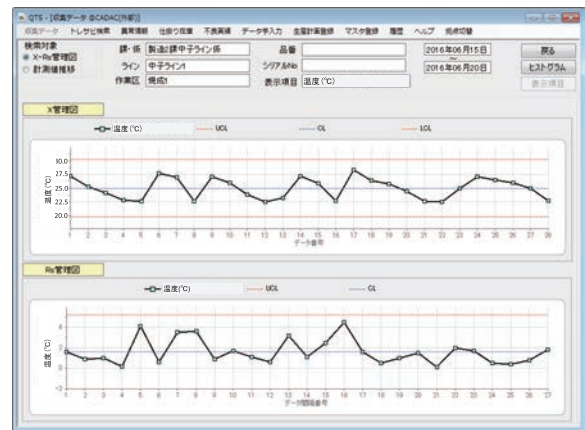


図12 X-Rs管理図表示画面

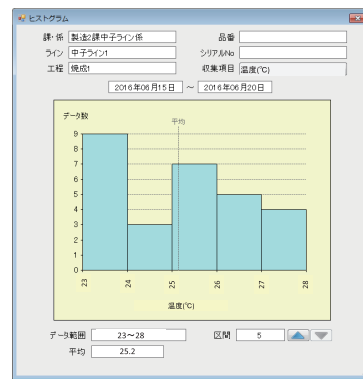


図13 ヒストグラム表示画面

7.2.3 データ追跡機能

図14はシリアルNo.から関連する各ラインの製品、品質データを追跡する画面である。検索対象とする製品、中子、溶解、造型のシリアルNo.が選択できるようになっており、鋳物製品から前工程の中間製品追跡（トレースバック）及び中間製品から鋳物製品の追跡（トレースフォワード）に対応している。よって、製品に不良が発生した場合に、その影響範囲を即座に特定することができ、対応が必要な製品に対して迅速に、適切な処置を実施することが可能である。

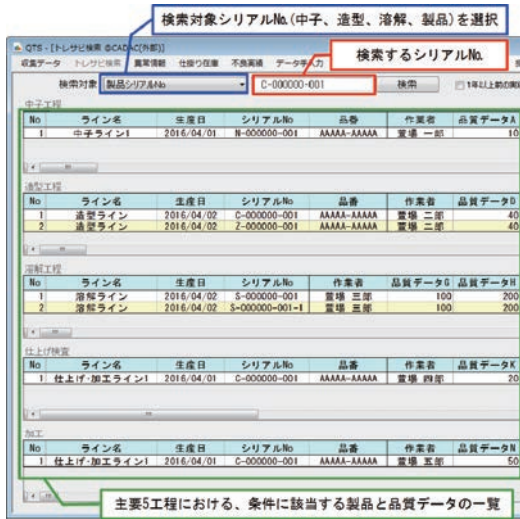


図14 データ追跡画面

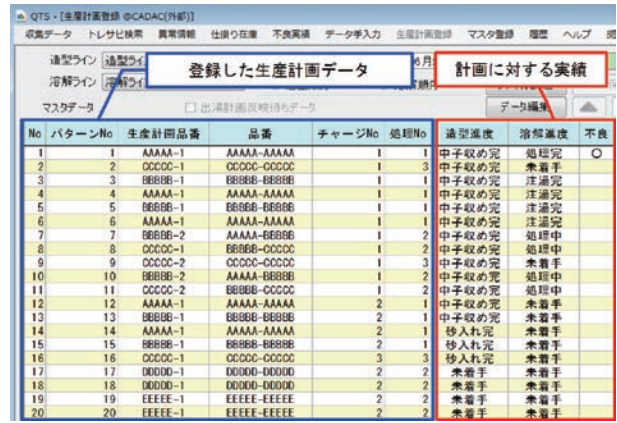


図15 生産計画登録画面

7.2.4 生産計画登録機能

図15は造型ライン、溶解ラインの設備、タッチパネルに転送する生産計画データを登録する機能である。生産計画データは元々Excelファイルで作成されているが、本画面でExcelファイルのデータを読み込み、設備、タッチパネルに転送する書式に自動変換してDBサーバに登録している。また、画面上には計画に対する実績（造型ラインの進度、溶解の進度、鋳型合否結果）も表示しており、現在の進捗状況をこの画面でも把握することができる。

8 おわりに

本システムの導入によって、全製品に対して、約300項目の品質データを収集し、データの見える化及び不具合発生時のデータ追跡ができるようになった。今後は収集したデータを活用して、不良解析、不良予測を実施し、目的である不良低減に繋げていく。

また、本システムでは品質データだけでなく、生産時刻、生産数など、製造の基本となる情報もあわせて収集しているため、今後は工程管理、在庫管理などへの応用を検討していく。

最後に、本システムの開発、導入にあたり多大なるご支援、ご協力をいただいた関係部署の方々、この場をお借りして厚く御礼申し上げます。

著者



古川 輝

2005年入社。技術本部生産技術研究所第二研究室。データベースを利用した管理システムの開発に従事。