

鑄造工場向けエネルギー最適化ソフトウェアの開発

エネルギーのムダを無くし、操業効率の向上をサポート

Development of Energy Optimization Software for the Foundry

Support for Energy Conservation and Cutting Back on Operations

(エネルギー応用研究所 都市・産業技術G 産業エネルギー T)

鑄造工場では、昨今の多品種生産や生産量変動のニーズに応じていくために、多岐に渡るライン全体のリアルタイム監視や管理が望まれている。全体工程を適切に管理し、溶解と造型のタイミングを一致させることは、鑄鉄溶湯の保温時間短縮などエネルギーロス低減への有効な手段と言える。そこで、日々の生産計画に基づく最適な溶解炉操業計画を自動作成し、操業状態を可視化して工程改善を促すソフトウェアを開発したので報告する。

(Industrial Energy Team, Urban and Industrial Technology Group, Energy Applications Research and Development Center)

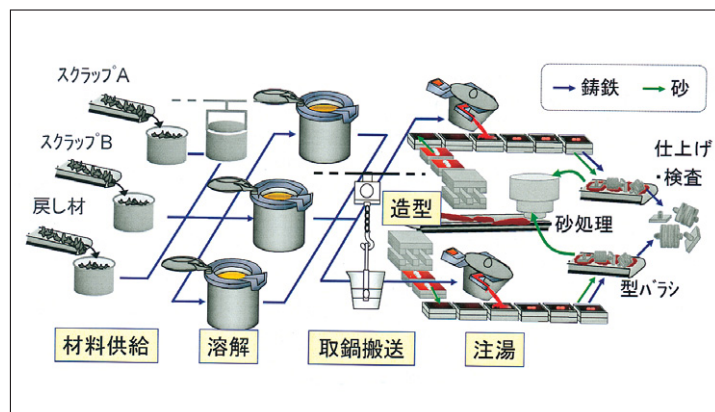
In order to respond to the need for multiproduct production and production volume variations in foundries, a system that performs real-time, simultaneous monitoring or management of the whole production line are desired variably. Optimization of the whole process, especially coincidence of the melting process and the molding process will lead to a reduction of the time needed for keeping molten iron warm, thus reducing energy loss. Therefore, new software that automatically created optimal operation plans for induction furnaces based on a daily production plan was developed. This software will promote process improvement and lead to an energy conservation by visualizing the operation states of induction furnaces.

1 研究の背景と目的

鑄造工場では、第1図に示す通り、材料である鉄スクラップ等を溶解炉で溶かし(溶解)、砂等で鑄型を作製して(造型)、鉄を鑄型に流し込み(注湯)、冷えて固まったら鑄型を砕いて取り出す(型バラシ)という手順で鑄物を製造している。

電気式溶解炉はバッチ方式であることから、複数の溶解炉を用いることで異なる材質の生産や生産量の変動に対応しやすいものの、日々の生産計画に応じて複雑な運用を行う必要がある。すなわち、注湯時に必要な鑄物材質と量を、造型のタイミングに合わせて溶解できなければ、溶解と造型のいずれかの工程で待機状態となり、溶解エネルギーのロスや生産性の低下が生じる。そのため作業の標準化やプロセスの見える化によってプロセス全体を最適に管理することが望まれている。

そこで、電気式溶解炉を使用する鑄造工場を対象に、溶解計画を自動作成するとともに、溶解計画と実績や溶解電力原単位をリアルタイムで表示して工程改善を促すエネルギー最適化ソフトウェアを富士電機株式会社、株式会社トーエネックと共同で開発した。



第1図 鑄造プロセスフロー事例(電気式溶解炉の場合)

2 ソフトウェアの概要

(1) ソフトウェアの特長

本ソフトウェアは、最適な溶解計画の作成、溶解炉操業の監視、エネルギーロスの抽出によって、材料供給から注湯までの工程改善による省エネルギーや操業効率の向上をサポートする。主な特長を以下に記す。

① 溶解炉操業計画の自動作成および見える化

溶解炉操業サイクル(溶解、成分調整、昇温、保温、停止)や取鍋搬送等の所要時間を入力し、現在の運用方法を再確認する。日々の造型計画を入力すると予め設定した運用方法における最適な溶解計画が作成される(第2図)。画面の最下部に30分毎の消費電力量の予測も表示するため、造型計画で生産品目の順番を変えることで、電力の負荷平準化が可能となる。また、ライントラブル等に伴う当日の再計画機能も備え、突発事象に対する溶解炉の操業方法の見直しにも対応できるようにしている。

② 溶解炉操業の見える化

運転指示書によって直近の作業内容とその予定時刻をリアルタイムで表示し、計画的な操業をサポートする。

また、溶解炉操業における電力推移の計画値と実績値



第2図 溶解炉操業計画

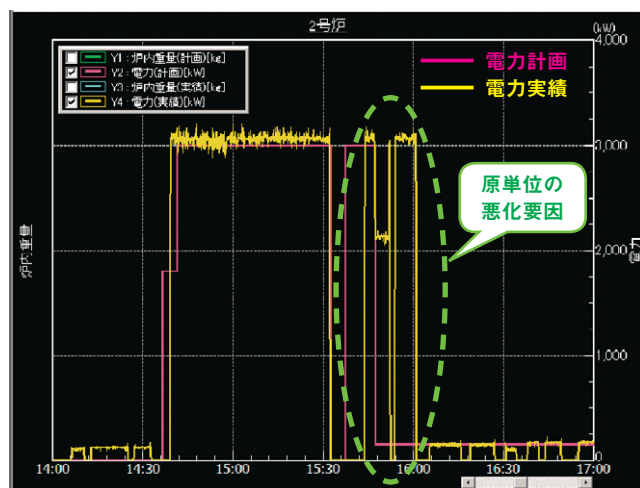
をリアルタイムに比較・表示しており、進捗状況をすぐに確認できる(第3図(a))。さらに、電力量と生産量の計測値に基づいた最新の電力原単位を表示することで、溶解作業における省エネ意識の向上に寄与できる(第3図(b))。

③ ムダの見える化

1日の作業終了後に、作業サイクルを構成する「溶解」、「成分調整」、「再昇温」、「保温」、「停止」の各作業項目の所要時間と電力量の計画値と実績値を比較する。各作業項目のエネルギーと時間のロスを定量化し、原単位の悪化要因を把握することで、改善点の洗い出しに繋げる。

④ 効果の見える化

①で設定した溶解炉作業サイクルが標準作業として定着し、③で更なる時間短縮や電力削減項目を抽出した後、再度、溶解炉の作業サイクルを見直す、すなわち新たな目標を設定することで、時間短縮や電力原単位の削減効果をシミュレーションで予測することができる(第4図)。



第3図(a) 溶解電力のリアルタイム表示

直毎の原単位集計				
	原単位	電力量	生産量	時間
一 直	627.7	現直の最新	41,758	7:00 ~ 13:53
二 直	575.6	前直の結果	98,242	19:00 ~ 6:59
溶解炉の原単位集計				
	原単位	電力量	生産量	前直の原単位
溶解炉1	600.5	8,724	14,528	582.5
溶解炉2	556.6	8,830	13,448	605.1
溶解炉3	628.2	8,658	13,782	618.2

第3図(b) 溶解電力原単位のリアルタイム表示

<作業サイクル見直し前>		<作業サイクル見直し後>	
計画	実績	計画	実績
生産量と電力量		生産量と電力量	
生産枠数[個]	5,000	生産枠数[個]	5,000
生産量(溶解炉)[kg]	198,960.0	生産量(溶解炉)[kg]	198,960.0
電力量(溶解炉)[kWh]	115,684.9	電力量(溶解炉)[kWh]	105,103.7
生産量あたりの原単位		生産量あたりの原単位	
生産重量	581.4	生産重量	528.3
溶解炉の原単位		溶解炉の原単位	
1号炉	579.5	1号炉	514.6
2号炉	576.5	2号炉	520.6
3号炉	587.7	3号炉	546.8

第4図 効果の確認の事例

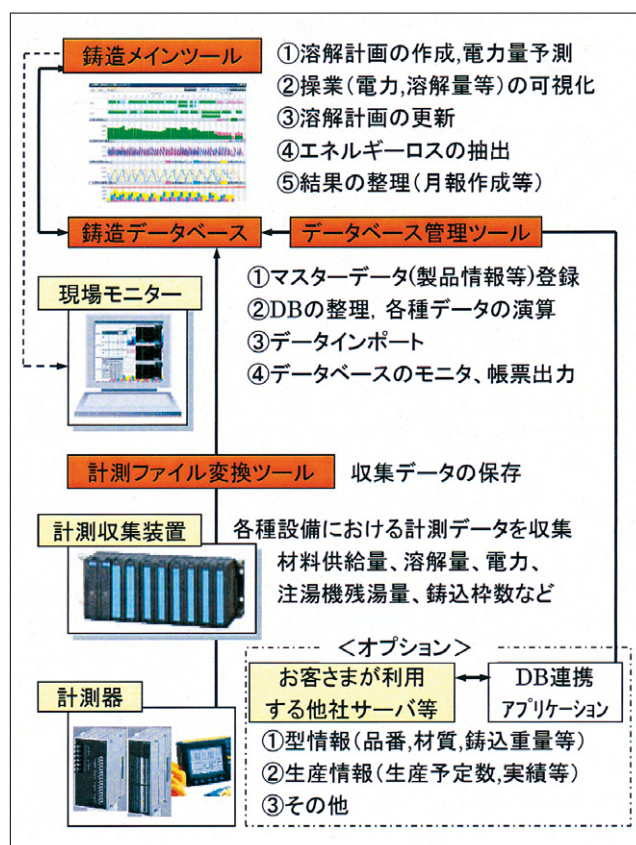
新たに設定した溶解炉の作業サイクルに基づいて、①で溶解計画を作成し【Plan】、②で計画と実績をリアルタイムで比較しながら溶解炉作業を行う【Do】。③で改善点を抽出し【Check】、④で改善内容を決定し、効果をシミュレーションで確認【Action】した後、①で改善後の溶解炉作業計画を作成する【Plan】。このPDCAを繰り返すことで、継続的に工程改善を進めていくことが可能となる。

(2) システムの構成

本ソフトウェアと計測を含めた全体のシステム構成例を第5図に示す。本ソフトウェアは「鑄造データベース」と「鑄造メインツール」、「データベース管理ツール」、「計測ファイル変換ツール」で構成され、「現場モニター」用パソコンにインストールすることで、各種「計測器」から「計測収集装置」で集約したデータをリアルタイムに表示させることができる。

3 今後の展開

三重県内の鑄造工場において本ソフトウェアを検証し、工程改善による省エネルギーの効果が確認できた。今後は、お客さまのエネルギーロスの削減や作業効率の向上に寄与できるように当社のソリューションアイテムとして鑄造工場への普及を図る。なお、本ソフトウェアの販売およびサポートは、当社グループ会社の株式会社トーエネックにて行う予定である。



第5図 システム構成例



執筆者／棚橋尚貴