

住金鹿島大径管工場における生産性向上

Productivity Improvement in Large Diameter Welded Pipe Mill at Kashima Steel Works

住友金属工業(株)鹿島製鉄所 藤野 淳・西田敦司
 システムエンジニアリング事業本部 清水俊隆・広瀬好博*
 外嶋成留・武田甚一

1. 緒言

今後のラインパイプ市場状況は長期的には石油関連で減少の見込みであるが、地球温暖化の解決策の一つである天然ガスが有望であり、2050年頃まで増加のトレンドを示すと思われる。しかし当面は大径管の生産ベースとなるロシア向けの状況変化により、ある一定期間においては大幅な需要減退も予想される。

従って当社大径管工場では、生産変動へのフレキシブルな対応を目的として、生産性向上対策起業を行い、生産諸元を約30%向上させた。これによって従来の操業シフトを1シフト分下げることができた。

以下に今回の起業の概要とその成果について報告する。

2. 大径管製造の特徴

大径管の製造は、Fig-1に示すように各工程がラインで直結され、また各工程・設備の能率が製造サイズ(外径、肉厚)、ロットの大きさ、規格によって大きく異なるという特徴を持っている。そのため上下工程の能率差により各設備では、鋼管1本単位の短時間の待ち時間が発生し、設備の稼働率低下や負荷ネック工程で発生した物流停滞が上流工程の物流停滞をひきおこす場合があった。

さらに最近の操業形態が小ロット化の傾向にあり、仕掛かり状況の推定が困難であることや、また材料である厚板工場事情によりしばしば計画の見直しが必要であることなど、これまでのように工場の代表として溶接工程を計算するだけでは、効率的な操業計画を組むことができなくなってきた。

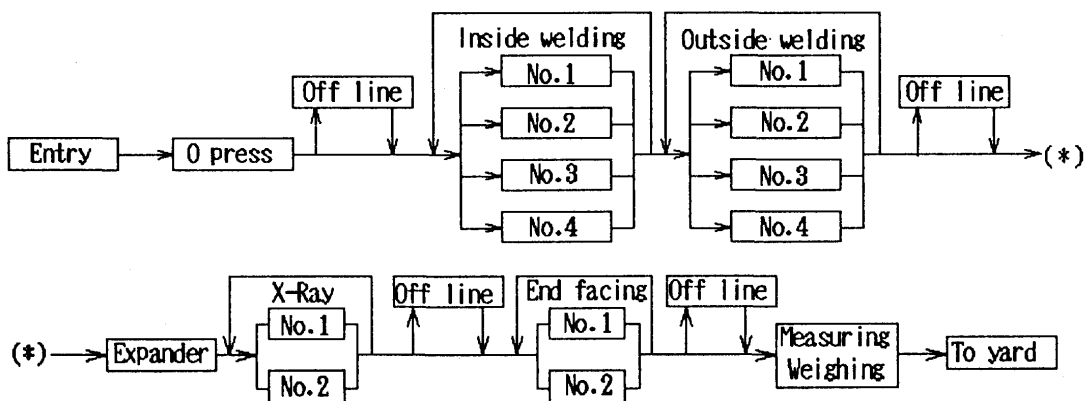


Fig-1 Production flow of Large Diameter Welded Pipe Mill

3. 操業計画シミュレータの開発⁽¹⁾

(1)概要

従来の操業形態を改善し、より効率的な操業・投資を行うため今回操業計画シミュレータを開発した。(Fig-2)

本シミュレータでは大径管工場の主要7工程15設備を対象とし、各設備ごとに鋼管1本ずつの挙動を1分単位に模倣し、現状能力を正確、精密に短時間で計算することができる。また、操業ネック工程の先読みが可能となり、最適な生産計画をもとに日々の操業管理目標を明確にすることができる。

具体的には、日々操業実績管理・段取替準備の先読み・ネック工程への機動要員配置の適正化などで効果を上げている。

システム面では、基本部分は汎用シミュレーション言語を用いてソフト開発費用を低減し、設備固有の操業ルールのみ最適化ロジックを開発した。また入出力部には市販の表計算ソフトを採用しパソコンで運用することで工場担当者による解析・評価が安価で自由に行えるようにした。

(1)シミュレート結果

今回の生産性向上起業においては、中期的生産量見通しをもとにして工程ごとの能率を操業計画シミュレータで計算し、ネック工程のレベルアップと投資効率最大化を狙った設備改善を案画した。(Fig-3)

まず現状の設備での能率(P/Hr)，総合能率(Total P/Hr …能率×稼働率)をシミュレートすることで各工程ごとの能率差が算出される。

その後それぞれのネック工程へ

- ①能率向上対策
(Oプレス，拡管，面削)
- ②品質向上対策
(仮付，溶接，拡管，面削)
- ③段取替時間短縮対策
(Oプレス，拡管)

の設備改善を加えることで、各設備の能率アップとともに、前後工程の待ち時間の低減ができ、工場全体の総合能率を30%以上向上させることができるという計算結果を得た。

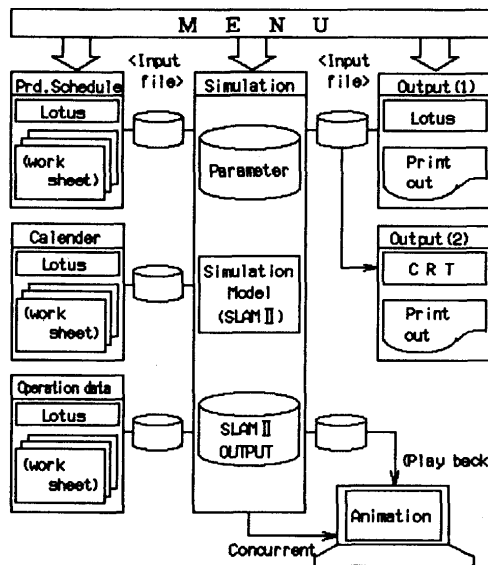


Fig-2 System configuration

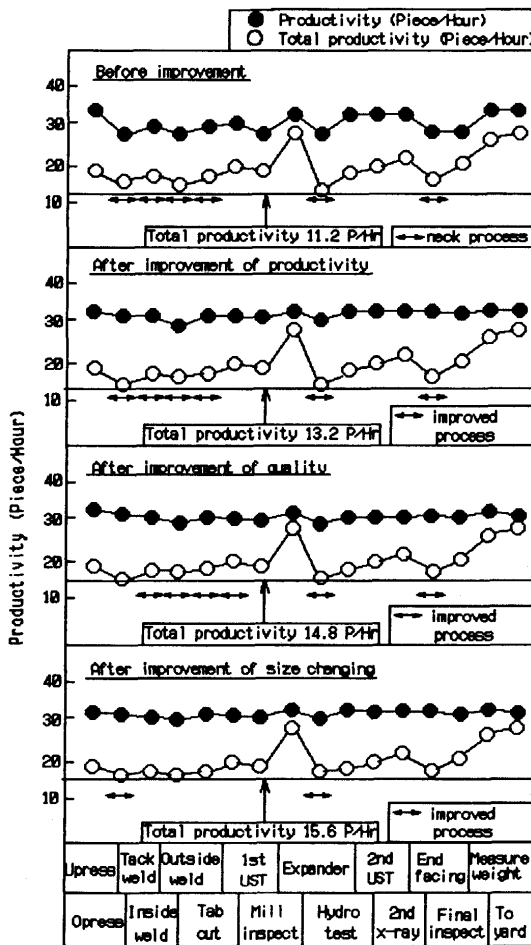


Fig-3 Effect of improvement

Table-1 Outline of each process improvement

4. 各工程の改善事項

(1) 概要

生産計画見通しより操業計画をシミュレートすることで、工程ごとに投資額は抑制しながらも、より効率的に操業が行える設備改善を Table-1 のように計画実行した。

改善の主体となるのは、従来より能率が他設備に比較して劣っていた O プレスと 拡張機であり、それぞれ能率向上対策、品質向上対策、段取替短縮対策を行って、他設備との能率バランスを向上させた。

Process	Item	Effect		
		A	B	C
Plate	Improvement accuracy of tab plate width	○		
O-press	Addition 1 main pump	○		
	Speed up of continuance rolls	○		
	Speed up of winch for size change			○
Tack weld	Renewal sequencer		○	
	Installation rolls for preventing offset		○	
Saw	Renewal transformer		○	
	Improvement flux supplier		○	
Expanding	Renewal Axial motor and sequence controller	○		
	Installation of pipe bending roll		○	
	Addition of quick change mechanism			○
End facing	Renewal feed motor		○	
	Speed up of head rotating	○		
Whole	Production planning simulator		○	

A . . . Improvement of productivity
 B . . . Improvement of quality
 C . . . Improvement of decrease size changing time

(2) 設備改善事例

(i) 拡張機パイプ送り機構の電動化

従来拡張機のパイプ送り機構(7キナルフィット Fig-4)には油圧モーターを使用していたため、パイプ送り時にシャクリ現象が発生し 1 パスごとの送り長さを長くできず、また停止精度も悪いため能力を最大限に発揮できなかった。今回電圧・回転数可変型の電動モーターを採用することで Fig-5 に示すようにシャクリ現象の発生を防止でき、停止精度が向上したため能率向上を得た。

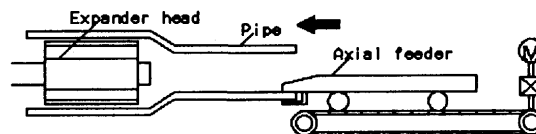


Fig-4 Axial feeder of Expander

	before	after
stoppage accuracy	±50mm	±10mm
cycle time	136 sec/P	120 sec/P
productivity	26 P/H	30 P/H

(OD:24" WT:16mm L:12000mm)

(ii) 拡張機での曲がり制御 (2)

従来拡張機には曲がり制御機構がついておらず、再拡張による曲がり修正で稼働率が低下していたが、今回拡張加工中に曲がり制御ローラー(Fig-6)で曲げモーメントを加えることで再拡張率を低減でき品質向上(Fig-7)により稼働率が向上した。

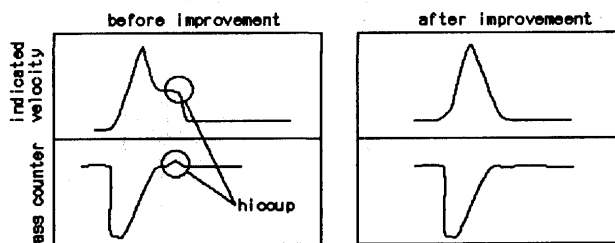


Fig-5 Axial Feeder of Expander

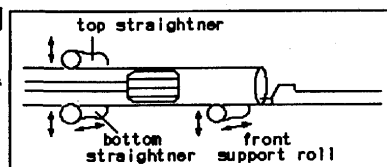


Fig-6 Pipe bending controller

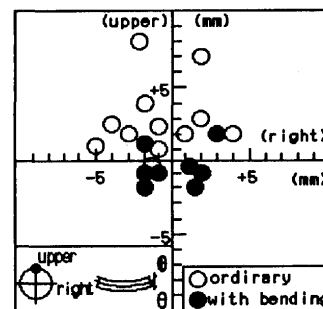


Fig-7 Effect of bending controller

5. 生産性向上起業の結果

(1)総合能率向上

各工程での設備改善を実施することで Fig-8にあるように起業後は生産諸元を約30%向上させることができ、さらに月度計画ごとに最適操業方法を操業計画シミュレータでスケジューリングする事で、月度生産諸元を十分に達成することができている。

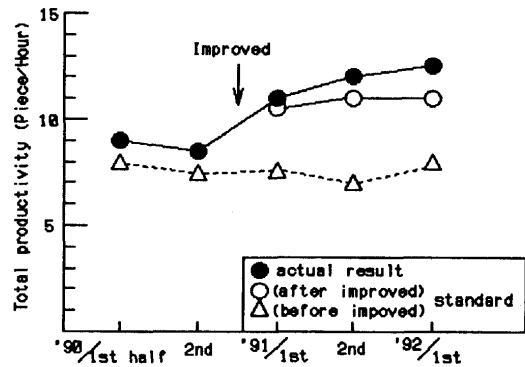


Fig-8 Total productivity

(2)生産変動への対応

総合能率を約30%向上させることで、今後の中期的生産量見通しに対して Fig-9に示すように、ほぼ1シフト程度の要員合理化が達成できしかも生産量変動に対して

従来 1~3シフト → 起業後 1~2シフト

と、変動幅が縮小でき、これまでのような他工場からの応援派遣人員を大幅に縮小でき、今後の生産変動に対してもフレキシブルな対応が可能になった。

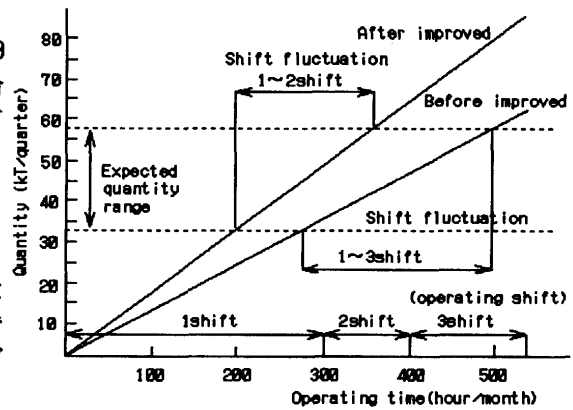


Fig-9 Minimization of Shifts Fluctuation

6. 結言

- (1)操業計画シミュレータの有効活用により、生産性向上起業の最適投資方法を算出することができ、また月々の最適操業計画を作成することができた。
- (2)生産性向上起業を行うことで設備能力をフルに発揮することができ、それによって工場の総合能率を約30%以上向上させ、結果として1シフトダウンを達成させ、今後の生産変動にも十分に対応できるようになった。

参考文献

- (1)田中ら : 材料とプロセス, Vol.5(1992)-339
- (2)森部ら : 材料とプロセス, Vol.1(1988)-428