

エルハルト製管プロセスにおける効率生産体制作り

Effective Production in the Ehrhardt Push Bench Pipe Manufacturing

住友金属工業(株) 鋼管技術部 西川幸一良
 鋼管製造所 俵 穰・早瀬 洋三*
 勝部 龍志・樺田 理
 和歌山製鉄所 中川 恒

1. 緒言

鋼管製造所鍛造管工場では、エルハルトプッシュベンチ製管法により、外径165.2~952.5mmの大径継目無鋼管を製造している。製品の用途は火力発電プラント、原子力発電プラント、化学プラント、機械構造用部材等である。

本製法は材料及び付帯工具類が大型重量物であり、受注ロットも小さい為、操業能率が低く生産性向上が課題であった。そこで、昭和59年より、効率生産実現の為、省力生産性向上、歩留向上、省エネルギーについて、工場あげて大々的なチャレンジ活動を展開してきた。

本報では、その概要と成果について報告する。

2. 製造工程

製造工程の概要をFig.1に示す。

本製法では、まず鋼塊またはブルームを加熱後、水圧プレスにて穿孔、横押抜きを実施し底付中空素管を製造する。その後、底を切断し内外面を機械加工して仕上げる。

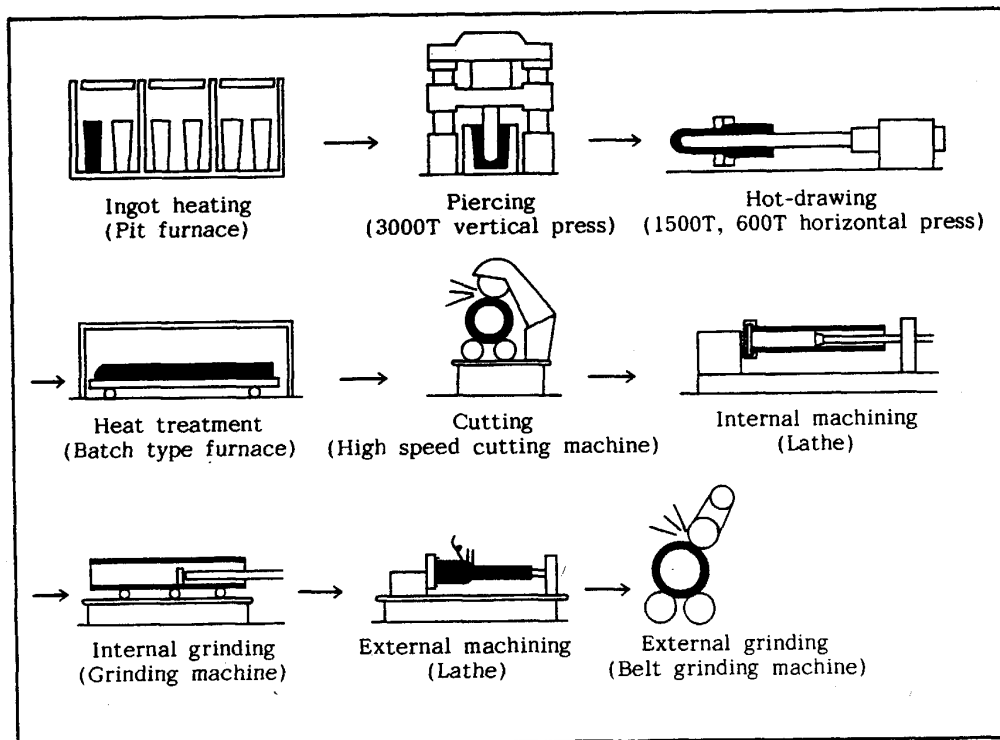


Fig. 1 Seamless pipe manufacturing process by Ehrhardt Push Bench method.

3. 省力化・生産性の向上

以下の対策により生産性については約5年で1.6倍に向上した。(Fig.2)

3.1 多能化

職場内の各ポジションの技能項目リストアップ後項目別に必要人員を決定し、OJTで複数ポジションの技能を習得させるシステムとした。その結果ポジションの掛け持ち化が可能となった。また、作業方法の見直しによる職

平成4年7月7日受付 (Received on July 7, 1992)

* Yozo Hayase (Steel Tube Works, Sumitomo Metal Industries, Ltd., 1 Higashi-mukojima Nisino-cho Amagasaki 660)

場統合を推進したことで、職場間の垣根がとりはらわれ、多能化が促進された。

一方職場間の多能化は、片方の職場がピーク処理で繁忙をきわめている時に、低負荷の職場から応援に行ける機動配置を可能にし、そのメリットは大きい。Fig. 3は多能化と各工程の組み替えの結果、作業員の数を12名から6名に半減できた検査ラインの例について示したものである。

3.2 自動化

研削、切削、管切は精整設備の主力であるが、作業中の監視装置を具備していない古い設備のため掛け持ち作業化が遅れていた。現在これ等の設備に監視装置を設置し、省力化を進めている。

3.2.1 内面砥石研削機

内面研削はFig. 4のように、高速回転する砥石を回転する管内面に押し付けつつ管軸方向に一定速度に移動させることにより行なっている。

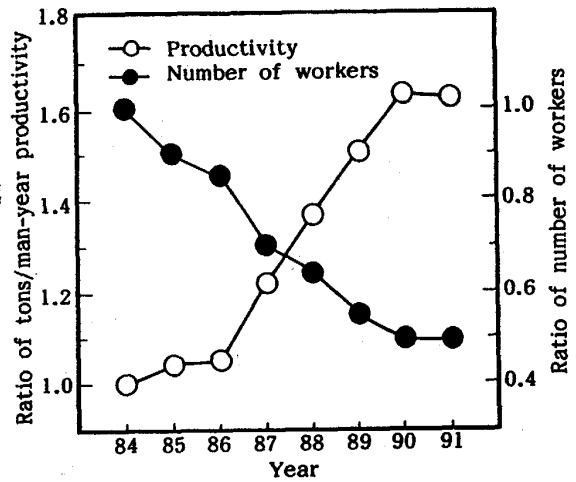
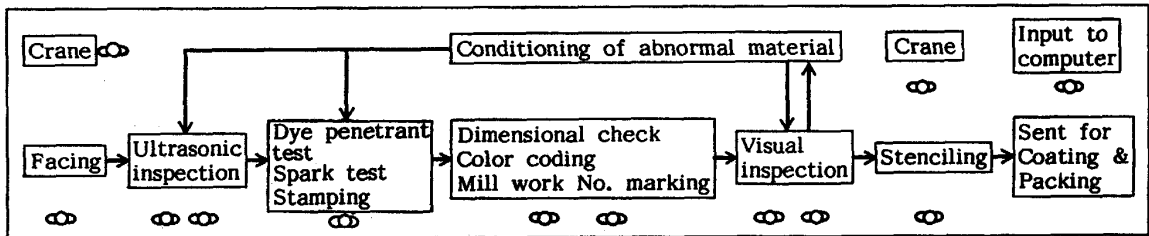
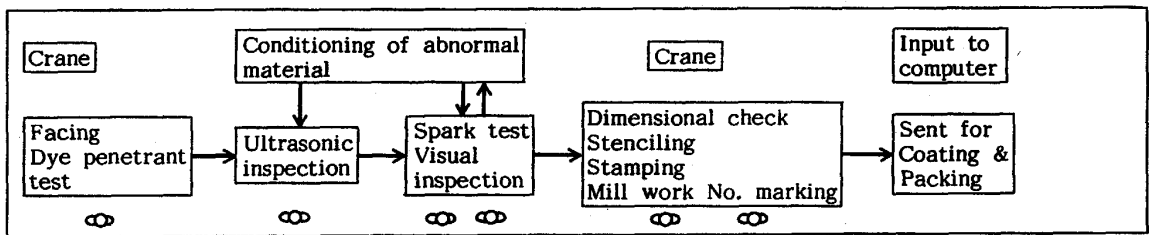


Fig. 2 Improvement in productivity of Forged Pipe Making Plant



(a) Before job enrichment training



(b) After job enrichment training

Fig. 3 Decrease in number of inspection personnel after and before job enrichment training and inspection flow change.

研削は表面粗さ、寸法精度確保のため ①管回転、砥石回転、砥石送りが連続的であること ②研削荷重が一定であること ③砥石径が所定内であること が必要でありこれらの監視作業がネックで掛け持ち化が遅れていた。各種センサー、電流計、シーケンサを用いた監視装置を開発、実用化することにより、複数機の掛け持ち運転と、休憩時間、定時後の無人運転を実現した。

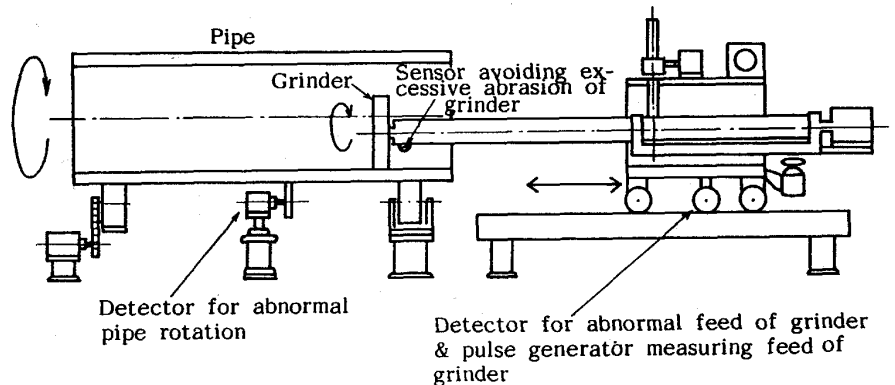


Fig. 4 Automatic watching system in internal grinding machine

3.2.2 旋盤

外削作業時のオペレータの業務は ①外径寸法 ②黒皮残り ③バイト欠損の監視が主体である。これ等の異常が発生すると切削後の管外表面と管軸に平行な基準線との距離 (Fig. 5中の "h") に変動が生じる。この距離を渦流

方式の変位センサーにて切削中常時計測し異常を検出するシステムを開発した。尚内削旋盤についても同様の監視システムを取付け、掛け持ち運転、外段取実施に大きな効果を発揮している。

3.2.3 管切

広範な管寸法に対応するため、管回転式高速切断機とバンドソーを保有している。バンドソーは大径、厚肉管用であり、切断に長時間を要するため、ノコ刃の偏摩耗により斜め切れが発生する危険性が高く常時監視要員が必要であった。斜め切れ時ノコ刃がぶれることに着目し、渦流式変位センサーを応用した斜め切れ監視システムを開発し無人運転を実現した。

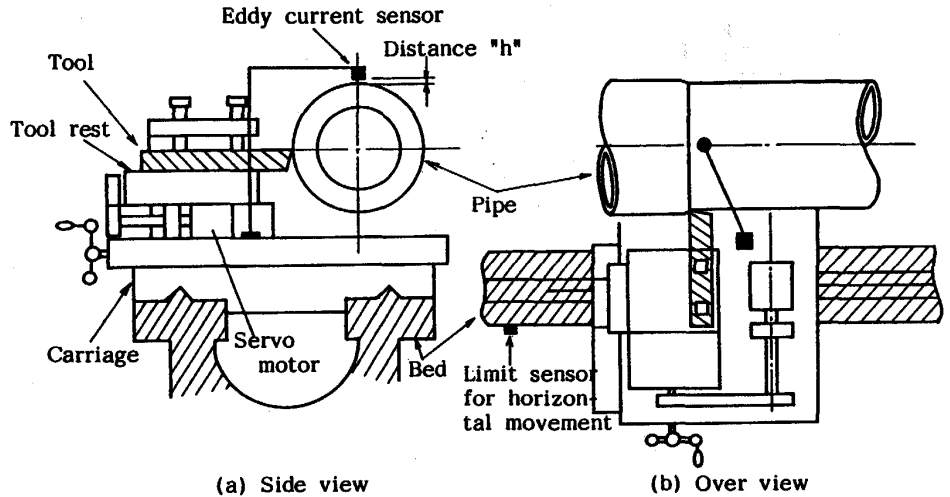


Fig. 5 Automatic watching system in external machine lathe

4. 歩留

歩留については、以下の対策により、約5年で1.4倍に向上した(Fig.7)

4.1 偏肉の防止

堅型プレス穿孔時のプレス偏芯による偏肉を防止する為、プレス芯計測制御システムを開発・適用した結果削り代の減少が可能となった。以下にその概要を示す。

[プレス芯計測制御システム]

- ① 段取替え毎にマンドレルとコンテナの偏芯量測定。
- ② 上記偏芯を"ゼロ"にすべくコンテナを移動させ、その位置を基準位置とする。
- ③ 基準位置からのマンドレルとコンテナの変位を常時計測。
- ④ 材料を装入したコンテナを基準位置に合わせる。
- ⑤ マンドレルとコンテナの偏芯量を演算し、偏芯を"ゼロ"にすべくコンテナ位置を制御する。
- ⑥ 制御完了後穿孔開始する。

Table 1 Formula for calculating press center deviation

No.	Item	Direction B - D	Direction A - C
1	Initial deviation from press center	$X = (b - a)/2$	$Y = (c - d)/2$
2	Moving distance toward press center	$\Delta X = X_{B3} + X_{B4} - (X_{B1} + X_{B2})/2$	$\Delta Y = Y_{A3} + Y_{A4} - (Y_{A1} + Y_{A2})/2$
3	Deviation from press center	$XX = X + \Delta X$	$YY = Y + \Delta Y$

* X_{B3} : Distance measured by sensor B3

4.2 製管寸法精度の向上

良好な製管寸法精度を確保するには、工具寸法精度の維持が重要である。製管工具のダイス、マンドレルは肉盛補修後再使用しているが、従来その補修作業はハンドにて実施していた。今回溶接ロボットを導入した結果、良好な工具寸法精度が維持され、管の削り代を減少できた。

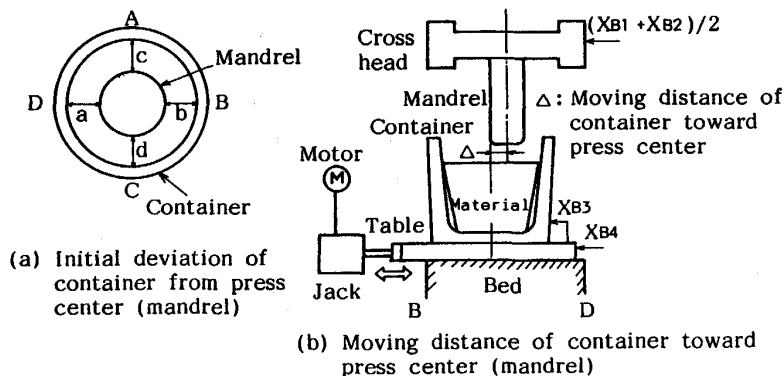


Fig. 6 Schematic diagram showing definition of press center deviation

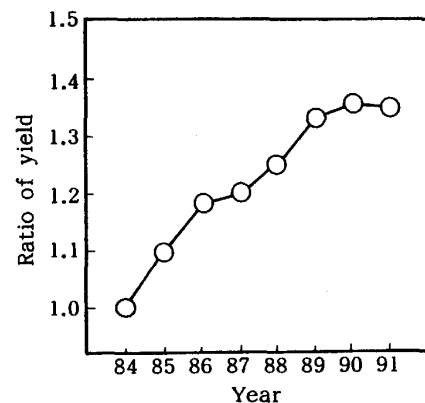


Fig. 7 Improvement in yield of Forged Pipe Making Plant

5. 省エネルギー

熱間製管及び熱処理のための加熱エネルギーが全エネルギーの60%強を占めており、これ等の設備の省エネルギーに的を絞った対策を実行した。

5.1 ピット式加熱炉

バッチ炉のため、炉体蓄熱損失大、炉内温度バラツキがあり所要加熱時間が長い、排ガス損失が大きいという問題があった。今回以下の対策により約13%の省エネルギーを達成した。

- [主な対策]
- ① 炉内壁のセラミックファイバーライニング
 - ② フレームのロング化(バリエブルフレームバーナーの開発)による燃焼ガス流れの改善
 - ③ 炉体温度状況、材料特性に応じた所要加熱時間算出システムを開発し(Fig. 9)無駄焼き排除
 - ④ 廃熱回収率の向上(燃焼用空気予熱温度見直し400℃→500℃)

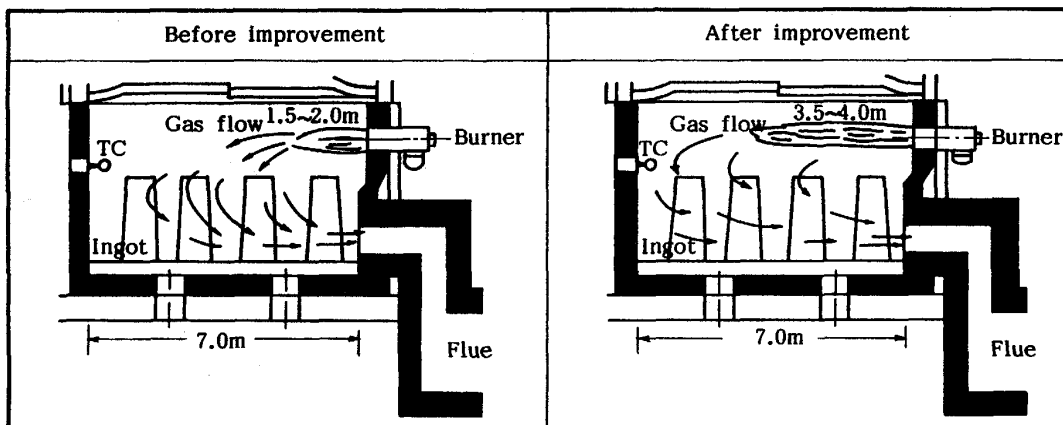


Fig. 8 Comparison of gas flow in pit furnace before and after improvement

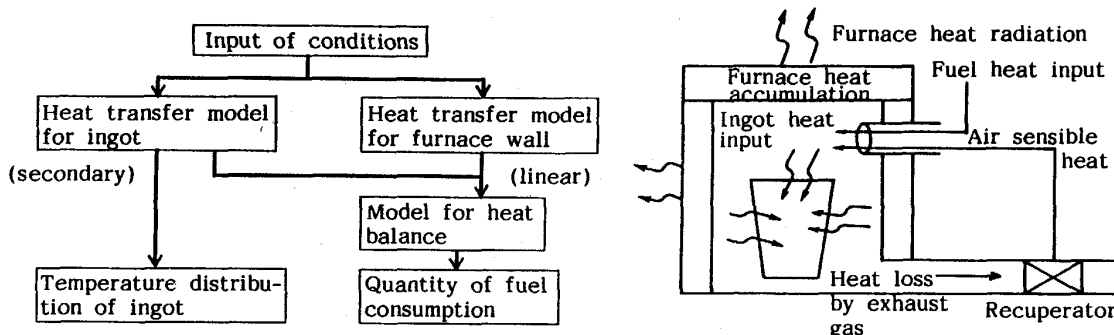


Fig. 9 Calculation system for ingot heating pattern

5.2 台車式熱処理炉

当炉もバッチ式であり、前出の炉と同様の問題点があり以下の対策により約16%の省エネルギーを達成した。

- [主な対策]
- ① 台車のセラミックファイバーライニング
 - ② セラミックファン天井設置による炉内ガスの強制攪拌
 - ③ 炉内O₂濃度監視による低空気比燃焼(O₂≒1%)
 - ④ 昇熱のプログラム制御による炉温の定速加熱

6. 結 言

鍛造管工場は、多能化、職場統合、監視の自動化等による効率的な生産体制作りと歩留向上、原単位向上を図り、かなりの成果をあげることができた。

今後は、暑熱重筋の人力作業であるエルハルト式製管の水圧プレス現地作業につき3K対策として自動化、環境改善に取組み、より快適な職場づくりを旨したいと考えている。

[参考文献]

- 1) 日本鉄鋼協会 第102回計測制御部会：エルハルト式型プレス芯計測制御システム
- 2) CAMP-ISIJ Vol.3 (1990)-1425：鋼管内面研削機の自動化技術の開発
- 3) 省エネルギー事例集 (1990, 省エネルギーセンター発行)