

## 2 ストランド電縫鋼管製造設備の開発について\*

西村 三好\*\*・広木 豊\*\*・種部 茂\*\*

## Two-Strands Welded Steel Tube Mill Installation

Miyoshi NISHIMURA, Yutaka HIROKI, and Shigeru TANEBE

## Synopsis:

A new two-stands welded tube mill, developed for the increase of productivity of small diameter welded steel tubes, is introduced. Detailed discussion are made on the composition of the mill which consists of two production lines and the process of production which is described as follows:

A strand of hoop steel is supplied to the uncoiler and further to the slitter in order to be divided into two strands. After slitting, each two strands are simultaneously formed, welded and finished into tubes. The two tubes thus obtained are then simultaneously cut to the predetermined length and passed through a high efficiency smoothing and fine finishing process to obtain final products. In addition, a description is given of the improvement of production efficiency attained by the installation of the mill as well as the possibility of producing high quality welded steel tubes by the use of an automatic welding temperature control system.

## 1. 緒 言

従来、電縫鋼管製造設備は、1コイルの鋼帯から1ラインで1本のパイプを成型、溶接、精整しており、最近その造管速度もしだいに向上し、小径管設備においては、我国で最高 175m/min まで達するようになってきた<sup>1)</sup>。しかし、さらに増速することは原材料である鋼帯の1コイルの長さ、鋼帯の継ぎ作業時間、管の走行切断機のカット数能力などより非常に困難であるので、いぜん小径電縫管設備は低生産性であることは否めない。それゆえに、画期的生産性向上をはかるため、同時に2条のコイルを成型、溶接、精整、切断する小径電縫鋼管製造設備を計画し昭和50年4月より日本パイプ製造(株)市川製造所に設置し、今日まで順調な操業をつづけているのでその設備の概要について述べる。なお、この複列造管についてはフランスの某社が特許を保有しているが、実施例としては、当社が世界で初めてである。

## 2. 設備の概要

この設備は材料コイル幅が造管管径相当幅の2倍のものを用い、ライン中でスリットして所要の幅とし、同一水平ミルスタンドにセットした2群のロールを用いて同時に2条の造管ラインとして成型、溶接、精整

するものである。ただ、2条で説明しているが、もし造管管径相当幅の数倍の材料コイルを使用し、工程中の設備のライン数を増加すれば、数条でも可能である。

## 2.1 設備の能力

## (1) 材料

熱間および冷間圧延鋼帯 (JIS-SPHT-1~4 種および SPC)

コイル幅 116 mm~160 mm

板厚 1.0mm~2.3mm

コイル外径 1 200 mm  $\phi$  ~ 2 000 mm  $\phi$

コイル内径 500 mm  $\phi$  ~ 610mm  $\phi$

コイル重量 最大 3 000 kg

## (2) 製品

電縫鋼管

外径 19.1 mm  $\phi$  ~ 25.4mm  $\phi$

肉厚 1.0mm~2.3mm

長さ 3 500 mm~6 000 mm

## (3) 造管速度

最大 200m/min

## (4) 精整能力

最大 112本/min

## 2.2 設備の構成

Fig. 1 の設備配置図に示すようにアンコイラー、コイ

\* 昭和 53 年 7 月 21 日 受付 (July 21, 1978)

\*\* 日本パイプ製造(株) (Nippon Pipe Mfg. Co., Ltd., 2-3-4 Shibakoen Minato-ku Tokyo 105)

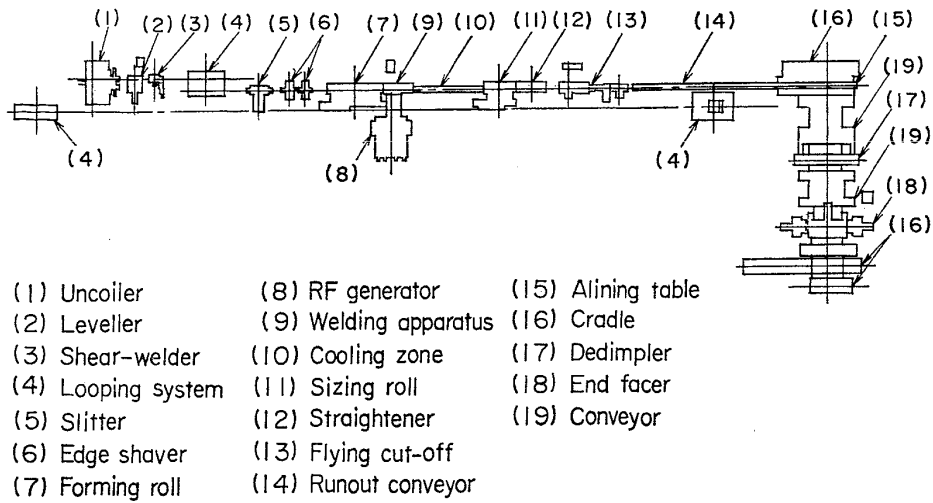


Fig. 1. The new mill installation lay out.

ル供給装置から、エンドフェーサー、パイプクレードルまでの一連の連続造管設備である。

すべての機械設備は、高速、高品質の造管に耐え得るように、剛性を高くし、精度の向上に努めた。ライン全般にわたって、集中自動制御方式を採用したが、各部制御および手動に切りかえることも可能である。

#### (1) アンコイラー

高速巻き戻し時、鋼帯速度 400m/min となるので、機械的剛性とコイル継ぎ時間短縮のため、パスラインに並行な 2 個のアンコイラーを設け交互に横移動して供給できるダブルトラバース型とした。

#### (2) レベラー

コイル端装入を容易にするため、ピンチロールつき急速油圧下装置つきである。

#### (3) シャーウェルダ

完全なコイル継ぎが要求されるため、フープ端シャーリング時のクランプ圧力を 2 段階方式とし、まず弱クランプでフープ端を保持した後、エッジライニングプッシャーで正しく中心位置にフープを保ち、つづいて、強

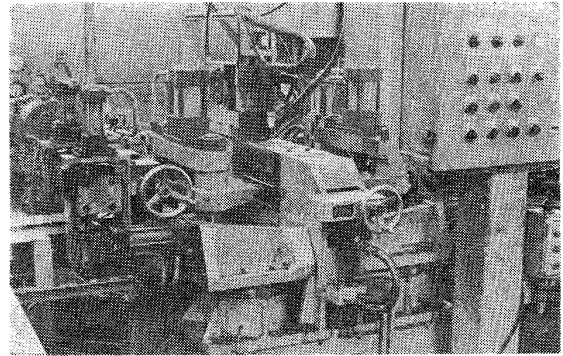


Photo. 2. Shear-welder.

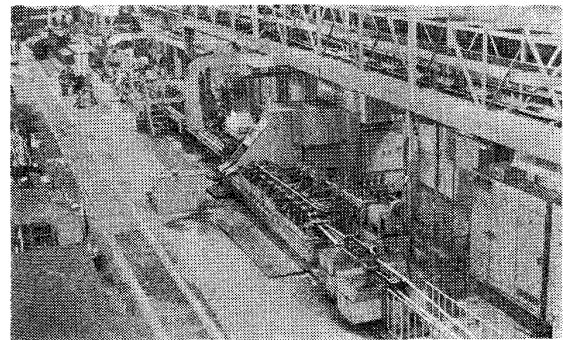


Photo. 3. Looping system.

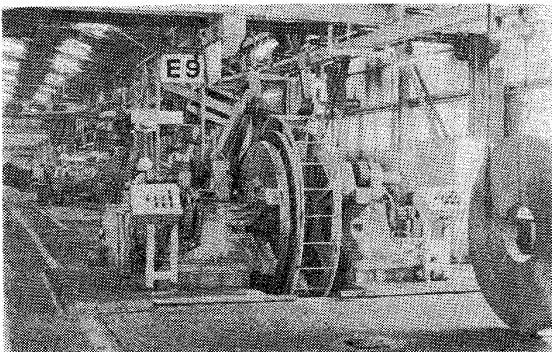


Photo. 1. Uncoiler.

クランプで完全にクランプして、アップカット方式でシャーリングを行うことにより、両コイルエンドは、常に正しく平行に突き合わせができ、溶接強度のムラをなくした。溶接は、直流 TIG 溶接でフィラーワイヤーを用いている。操作は全自動で、コイル端の検出後、クランプ、シャー、ウェルド、開放までシーケンスコントロールで行っている。

#### (4) ルーパー

限定された設置スペースの中で、コイル継ぎ時間 1

min 30 S 相当の長さをストックするため、ルーパーは、6条掛けとし、ミル真上を避けオフセットタイプとして360mストックする。キャリッジ駆動ウインチは、油圧モーター駆動方式とし、キャリッジ起動停止時にかかるルーパー内フープの過大なテンションの防止およびフォーミングにかかるバックテンションの変動を少なくしている。

#### (5) スリッター

ライン中で、プルカットによりスリットする。スリットナイフの寿命を考慮し、スリットスタンドを2スタンド設け、それぞれのスタンドのスリットナイフが運転中に交換できるようにした。

#### (6) フォーミングミル

スタンドの精度および耐摩耗性を上げるため、剛性の大きい断面形状とし、全鋼製焼入れ研磨分割組立型スタンドを採用した。ブレークダウンスタンド下ロール軸チャックには皿バネ式調圧機構を設け、コイル厚み変化に対してロール圧下力および駆動力の変動を吸収できるようにしている。

#### (7) ウェルダージェット

スクイーズロールは、2ロール方式とし、ロール径をできるだけ小さくして溶接効率の向上をはかった。外面ビード切削装置は、各ライン2組づつ備え、高温高速切

削に適しているセラミックチップを機械的に合金に固定、交換可能なセラミックスローアウェイチップ(Ceramic throw away tip)によるターレット式バイトホルダーを用い、タイマー設定により、一定時間で自動的にチップ交換ができるようにした。切屑処理方法は、従来の巻き取り式を廃して特殊なチップングツールを用いて、切粉を不連続チップとして処理した。

#### (8) クーリング装置

短時間に完全冷却できるように強制対流型冷却方式とし、2ゾーンに分割し、冷却速度を調整可能としている。

#### (9) サイジングミル

フォーミングミルと同様である。

特に両ラインの伸率差の調節のため、非駆動の各個ライン別圧下調節スタンドを備えている。

#### (10) ストレートナー

小径管高速造管のため、パイプ回転式交差ロール型矯正機は、使用できないので、垂直、水平2平面矯正ロール群を採用し、リモートコントロールで調節する。

#### (11) カットオフ

高速走行、高頻度切断のために、シャータップのカッターとなるが、カット数は、42cut/minで限界となるため、カットオフ機を2台タンデムに設置し、カッターダイセットは、複数ラインをコンパクトに1セットにまとめる。ダイセットは、D.Cモーター駆動のNC制御による同期制御、定寸制御装置により、200m/min運転時においても、±1.5mmの切断長さ精度が得られている。

#### (12) コンベヤー

パイプは、カットオフ後、ランナウトコンベヤーのキックアウトまでが管軸方向送りとし、以後のコンベヤーは、管軸直角方向送りとして、チェーンコンベヤー、グラビティスキッドの組合わせにより搬送し、できる限り

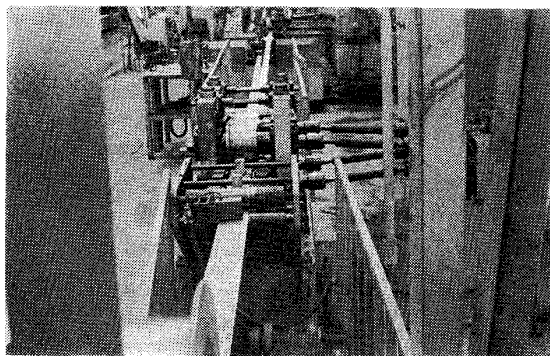


Photo. 4. Slitter.

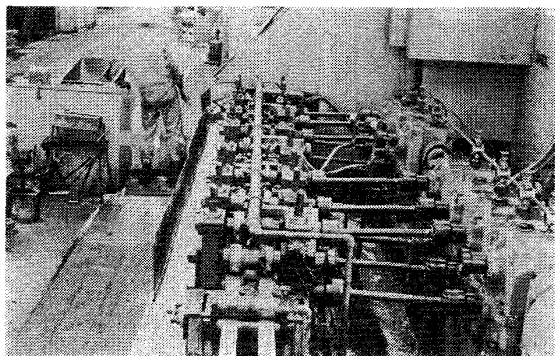


Photo. 5. Forming roll.

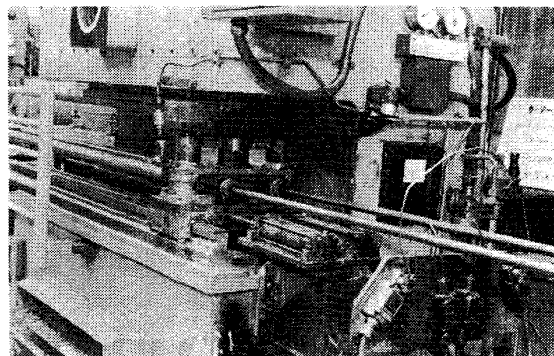


Photo. 6. Flying cut-off.

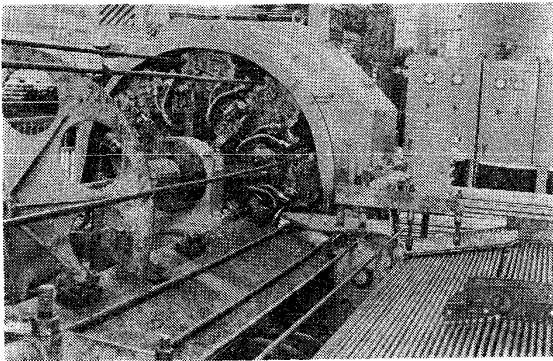


Photo. 7. End-facer.

パイプ搬送速度を低くして、搬送に伴うトラブルの減少をはかっている。

#### (13) デディンプラー

シャータイプカッター切断による管端凹みを修正するための装置で処理能力を増すため 12 ヘッド対向型非回転プラグ圧入方式で、パイプ搬送は、チェーンコンベヤー方式とし、全油圧駆動で能力は最大 120本/min が得られる。

#### (14) フェーサー

8ヘッドロータリー対向型で、各カッターヘッドは、超硬チップろうづけバイトを3本使用し、切削速度を 90 m/min および 120m/min としている。チャックは、空圧式トッグル方式とし、チャックの開閉はメカニカルバルブをカムにより機械的に作動させる方式で、制御関係の電気回路は非常に単純化し、トラブルの発生を防止している。

#### (15) インダクションウェルダー

ウェルダーは高品質を得るために自動温度調節方式を採用し、実用化に成功した。

出力は合計で 600 kW、出力調整方法としては、各ライン別に微調整可能とし、同時に全体の出力を調節できるようにした。また、各個調整の場合、相互に影響されぬように配慮した。これらの結果、電源部は共通とし、発振器および出力トランスは各ライン別個に設け、全体調節は共通のサイリスターによる直流電源電圧調節方式とし、各個微調整は各発振器のグリッド電流調節方式とした。

### 3. 設備の特長

#### 3.1 鋼帯

造管管径相当の倍幅の材料コイルを使用することによりコイル継ぎ作業が簡略化され、アンコイラー、シャールウェルダー、ルーパーも1セットで可能である。

#### 3.2 2 ストランド造管

両ストランドの造管長さが同じであることが好ましい。そのため、各ストランドに供給される鋼帯は均質性でなければならない。(寸法、形状、表面状況など)これがために、ライン中でスリットすることが最良である。

#### 3.3 ビード屑処理

溶接部における溶接ビード切削屑の処理は通常、巻き取りによっているが高速かつ2ストランドのビード屑では、中継部通過時などビード屑が不連続となるので巻き取り作業が非常に困難となる。このため、チョッパーを設けて小片のチップとし、シュート、パイプレーターフィダーにより、チップボックスに送り込む方式とした。

#### 3.4 フライングカットオフの切断能力

この造管ラインには比較的短尺品(最小長 3~500mm)の生産量が多いが、最小長さにおいても造管速度を落さずに運転するためには、フライングカットオフは現在、最高速型のプレスタイプを採用しても切断能力は42cut/min であり、造管速度に換算すると管長 3500mmで147 m/min が限界となるが、我々は最高速度 200m/min を達成するために2倍長同時切断方式を考え、カットオフをタンデム2台設置する方式でこの解決をはかつた。

#### 3.5 後面設備

デディンプラー、フェーサーなど後面仕上げ設備については、処理能力 112本/minが必要となり、通常このような大容量の処理設備としてはパラレルに2ライン、後面設備を設置するのが普通であるが、ラインの省人をはかるために大容量設備の開発を行い、12ヘッドデディンプラー、8ヘッドロータリーフェーサーなどを開発し、1ラインで処理可能とした。

### 4. 主要設備仕様

#### 4.1 フォーミングミル

- (1) 速度 最大 200m/min
- (2) ロールスタンド数 ブレックダウン4スタンド  
フィンパス 3スタンド
- (3) ロール基準径 135 mm  $\phi$
- (4) 駆動電動機 DC 75kW, 2300rpm

#### 4.2 サイジングミル

- (1) 速度 最大 200m/min
- (2) ロールスタンド数 4スタンド
- (3) ロール基準径 135 mm  $\phi$
- (4) 駆動電動機 DC75kW, 2300rpm

#### 4.3 ウェルダー

- (1) 真空管式高周波発振器  
自励振プッシュプルコルピッツ回路

Table 1. Welding electric power for each pipe size and welding speed.

Pipe size (mm)	Mill speed (m/min)	$E_p$ (kV)	$I_p$ (A)
19.1 $\phi$ $\times$ 1.6 t	150	12.0	23.0
19.1 $\phi$ $\times$ 1.6 t	180	13.2	25.5
25.4 $\phi$ $\times$ 1.6 t	150	11.5	23.5
25.4 $\phi$ $\times$ 1.6 t	180	12.0	24.0

$E_p$  : Oscillator tube plate voltage for one strand.

$I_p$  : Oscillator tube plate current for one strand.

Table 2. Comparison of the productivity.

	Dimension	New 1" mill (2 strands)		Former 2" mill	
① Production	t/m	1 285	127%	1 009	100%
② Operating ratio	%	80.0	93%	85.8	100%
③ Mill speed	m/min	146.2	148%	99.0	100%
④ Production capacity	t/h	10.6	294%	3.6	100%
⑤ Welding electric power	kWh/t	85.0	109%	78.0	100%

## (2) 使用真空管

9T75  $\times$  2本出力 300kW  $\times$  2 = 600kW

## (3) 周波数 350kHz

## (4) 自動温度調整装置

## 5. 操業上のデータ

従来の小径電縫鋼管ミルの操業については、1ライン平均5名を要していたが、今回2ストランドにして操業したため人員は従来の5名の要員で円滑な操業ができ、かつ、操業実績も下記の5.3で記載されているように非常に良好である。

## 5.1 人員配置

作業員4名+役付工1名 計5名/直

## 5.2 溶接電力

管寸法および速度に対する溶接電力を Table 1 に示す。

## 5.3 平均操業実績

新 1" ミル (2 ストランド) と旧 2" ミルの電線管呼び径 19 (19.1  $\phi$   $\times$  1.6 t) の生産諸元の比較を Table 2 に示す。

表中、旧 2" ミルとは新 1" ミル設置前の電線管専用ミルである。また、新 1" ミルの生産量が少ないのは、旧 2" ミルは2直操業、新 1" ミルは1直操業のためである。

## 6. 結 言

小径電縫鋼管製造設備の高能率化と品質向上の一方法として、複数ストランドミルによる高速造管設備を計画し、操業にはいつた。

近接して取り付けられている2個の高周波溶接部の相互干渉など、懸念された影響はほとんど問題なく、その品質、作業性など従来のミルと比較し、なんら遜色なく順調な稼動を続け、小径電縫鋼管の生産性を画期的に向上することができた。さらに、設備の自動化、省力化により、満足な品質の製品を生産できるようになった。

最後に、本設備の製作にあたり、日下部電機株式会社、株式会社ダット工場、日本電子株式会社の関係各位のご協力に対し、あらためて謝意を表したい。

## 文 献

- 1) 神崎文暁：第50, 51回西山記念技術講座「鋼管製造技術の最近の進歩」, (1978), p. 185