
26 インチ電縫鋼管製造設備と製品の品質

Outline of 26-inch Mill and Quality of Pipes

田村 寿恒(Toshihisa Tamura) 細川 泰利(Yasutoshi Hosokawa) 吉本 勇三(Yuzo Yoshimoto) 大出 文昭(Fumiaki Ode) 近藤 広章(Hiroaki Kondo) 黒崎 雅夫(Masao Kurosaki) 杉本 巖城(Iwaki Sugimoto)

要旨：

知多工業に新設された中径電縫鋼管製造設備は、最大外径 660.4mm (26in.)、最大肉厚 16mm (0.63in.) の製品が製造できる世界最大のミルであり、昭和 53 年 10 月生産開始以来順調に稼動している。このミルの特徴は、ミル鋼性を大きくし、フルケージフォーミング方式を採用することにより溶接部品質の安定を図ったこと、およびシームアニーラの大容量化、焼準温度、ギャップ調整、シーム追従の自動制御などにより電縫部熱処理の安定を図ったことである。一方品質保証に万全を期すため6探触子シーム UST、探触子回転型 UST（ラミネーション検出用）を設置した。代表的製品である高張力ラインパイプについて行った諸試験では API 規格を十分満足する優れた品質特性を示した。

Synopsis：

A 26-inch ERW mill, one of the largest of its kind in the world, has been satisfactorily producing up to 26" (660.4mm) pipes in outside diameter with 0.63" (16mm) in maximum wall thickness since Oct. 1978 at Chita Works, Kawasaki Steel Corp. The welding parts of the pipe were stabilized by increasing the mill rigidity and adopting the full-cage roll forming method. Annealing condition of welded seam was also improved by increasing the capacity of seam-annealer and automatically controlling the annealing temperature, the seam-annealer gap and the annealer's movement to follow the seam. Furthermore, ultrasonic testing machines with 6 probes for seam portion and with rotary probes for lamination were installed to make the quality assurance system perfect. Mechanical properties of line-pipe with high tensile strength satisfied API standards.

(c)JFE Steel Corporation, 2003

本文は次のページから閲覧できます。

UDC 669.14-462.2: 621.791.76
658.2
539.3/.4: 621.643.23

26 インチ電縫鋼管製造設備と製品の品質

Outline of 26-inch Mill and Quality of Pipes

田 村 寿 恒*

Toshihisa Tamura

細 川 泰 利**

Yasutoshi Hosokawa

吉 本 勇 三***

Yuzo Yoshimoto

大 出 文 昭****

Fumiaki Ode

近 藤 広 章*****

Hiroaki Kondo

黒 崎 雅 夫*****

Masao Kurosaki

杉 本 巖 城*****

Iwaki Sugimoto

Synopsis:

A 26-inch ERW mill, one of the largest of its kind in the world, has been satisfactorily producing up to 26" (660.4 mm) pipes in outside diameter with 0.63" (16 mm) in maximum wall thickness since Oct. 1978 at Chita Works, Kawasaki Steel Corp.

The welding parts of the pipe were stabilized by increasing the mill rigidity and adopting the full-cage roll forming method.

Annealing condition of welded seam was also improved by increasing the capacity of seam-annealer and automatically controlling the annealing temperature, the seam-annealer gap and the annealer's movement to follow the seam.

Furthermore, ultrasonic testing machines with 6 probes for seam portion and with rotary probes for lamination were installed to make the quality assurance system perfect.

Mechanical properties of line-pipe with high tensile strength satisfied API standards.

1. 緒 言

26in. 電縫鋼管設備は、20in. 中径電縫鋼管設備1基、小径電縫鋼管設備3基につぐ、知多工場第5番目の電縫鋼管造管機で、高級ラインパイプ用大径薄厚肉鋼管用として建設され、昭和53年10月

以来順調な操業を続けている。造管機は石川島播磨重工業(株)―Yorder 社のフルケージョール成形型で、最大外径 660.4mm, 最大肉厚 16.0mm, t/D (肉厚/外径)比も 1.0% 弱と、世界最大の電縫管設備である。本設備能力は1次 180 000t/year (将来能力 480 000t/year)で、既設ミルと合わせ 610 000 t/year, 製造寸法も最小外径 21.7mm から最大外

* 知多工場第1造管部溶接管技術室主査(副部長待遇)

*** 知多工場第1造管部大中径管課掛長

***** 知多工場管理部検査課

***** ロンドン事務所課長

(昭和54年9月8日原稿受付)

** 知多工場第1造管部大中径管課課長

**** 知多工場設備部設備技術室主査(掛長待遇)

***** 技術本部鋼材技術部大阪鋼材技術室主査(課長待遇)

径 660.4mm、板厚 1.0mm から 16.0mm までの電縫鋼管供給体制ができた。本報では 26in. 電縫鋼管設備の概要と操業状況について紹介する。

2. 建設目的

従来当社ではラインパイプ、油井用電縫鋼管とも昭和 39 年以來稼動している 20in. 造管機で製造してきたが、近年の石油危機を契機とし、活発なエネルギー開発の結果、高強度、高品質の大径薄肉ラインパイプ用鋼管の需要が急増してきた。知多工場では、早くからこれら需要動向に着目し、構造用極厚肉鋼管を含め、大径高級電縫鋼管を安定して高能率に成形できる設備として、大径電縫鋼管では類のないフルケージロール成形方式を導入した造管設備の建設をおこなった。

3. 製造工程

当工場における製造工程を Fig. 1 に、工場配置を Fig. 2 に、各設備の主要仕様を Table 1 に示す。素材は全て千葉、水島両製鉄所の熱間圧延コイルを使用している。素材搬入から、コイル両端トリミングまでの前面設備は最大 45t コイルを自動的に効率よく供給できるので、後続コイル待ちによる造管ダウンタイムは大幅に短縮された。矯正された帯鋼はプレフォーミングロールおよびブレードダウンロールで帯鋼中央部を、エッジロールで帯端を所定の形状に曲げ加工後、ケージスタンドで帯鋼に急激な変形を与えることなく成形し、フィンバースタンド群で所定の寸法に仕上げる。突き合わせエッジ部は高周波抵抗溶接したのち、溶

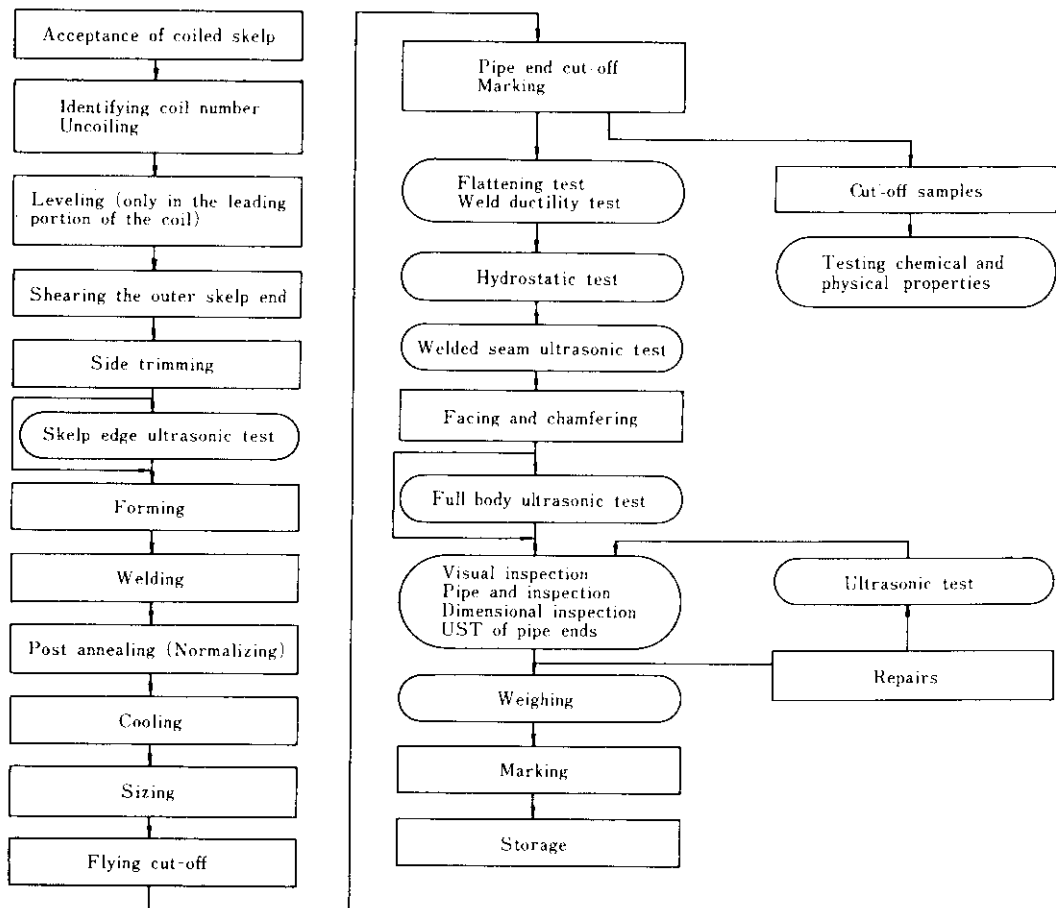


Fig. 1 Manufacturing and inspection processes of the line pipe

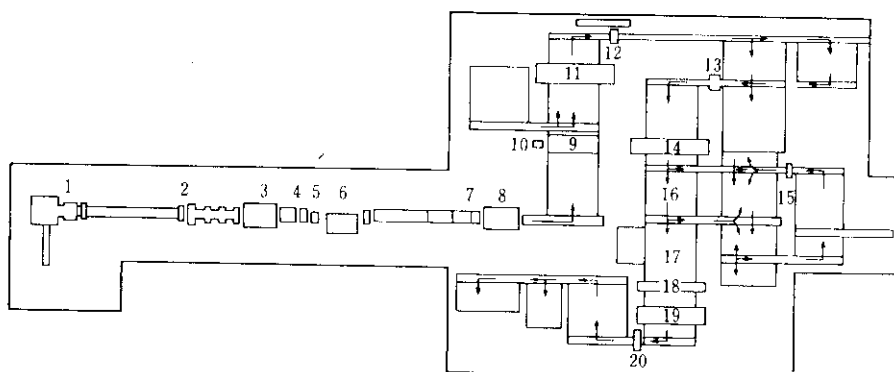
Table 1 Main equipment and their specifications

(1) Production equipment

Equipment	Main rolls		Main motor (kW)	Maker	Type
	Root dia. in. (mm)	Length in. (mm)			
Uncoiler			AC 15	Yoder-IHI	Double cone type Max. outside dia. 90.6" (2300mm) Max. width 86.6" (2200mm) Max. weight 45 tons
Side trimmer			DC 90	ditto	Trimmer knife dia. 32.3" (820mm)
Preforming roll			DC 22	ditto	1 top roll, 5 dish rolls
Break down roll	61.4 (1559.6)	55.1 (1399.5)	DC 150 DC 45×3	ditto	No. 2 No. 4 break down rolls are situated in the cage structure
Edge forming			Idle	ditto	
Cage forming			Idle	ditto	54×2=108 outside cage rolls 6×2=12 inside cage rolls
Fin Pass roll	25.9 (657.9)	23.6 (599.4)	DC 185×3	ditto	3 stands
Squeeze roll	26.7 (678.2)	23.6 (599.4)	DC 90	ditto	4 rolls type
Welder				Thermatool	VT-600 400 kHz 49.2~196.8 ft/min. (15~60m/min.)
Seam annealer				Mitsubishi Electric Co.	1000Hz 400kW×4 High frequency induction heating type
Sizer	25.9 (657.9)	23.6 (599.4)	DC 185×4	Yoder IHI	4 stands
Rotary cut off machine			DC 75	ditto	6 disk cutters
Pipe end and middle cut off machine			AC 30	Sumitomo Heavy Ind.	3 heads cutter type 2 sets
Facing and chamfering machine			DC 55	Ikegai Iron Works Ltd.	Cutting tool rotating type Cutter: Carbide tool
Anti-rust coating machine				Asahi Okuma Ind.	1 set

(2) Inspection machines

Machine	Number	Maker	Type
Hydrostatic tester	1	Yamamoto Suitsu Kogyosho Co., Ltd., Japan	Max. pressure 4977 psi (350 kg/cm ²) Pipe dia. 10¾~26 in. (273.0~660.4mm) Length: 18~80.4 ft (5.5~24.15m)
Ultrasonic skelp-edge detector	1	Teitsu Denshi Kenkyusho Co., Ltd., Japan	Pulse transmission
Ultrasonic flaw detector	1	Tokyo Keiki Co., Ltd., Japan	Angle beam
Ultrasonic flaw detector	1	Mitsubishi Electric Corp. Japan	Rotary probe Angle beam and normal beam
Weighing machine	1	Kawatetsu Metrological Equipment & Vending-Machine Co., Ltd., Japan	Max. 4 Tolerance: 1/2000 Measured results are processed by a process computer
Marking machine	1	Orizin Electric Co., Ltd., Japan	Electrostatic marking with automatic selection of words
Flattening tester	1	Otuka Iron Works	Open height: 35.4" (900mm) Max. pressure: 200t



- | | |
|-----------------------------|--|
| 1. Uncoiler | 11. Hydrostatic tester |
| 2. Side trimmer | 12. Ultrasonic inspection of welded seam |
| 3. Forming section | 13. Intermediate cut off |
| 4. Welder | 14. Facing and chamfering machine |
| 5. Squeeze roll | 15. Full body ultrasonic test |
| 6. Seam annealer | 16. Dimensional and visual inspection |
| 7. Sizing section | 17. Customers inspection bench |
| 8. Rotary cut-off machine | 18. Weighing machine |
| 9. Pipe end cut-off machine | 19. Marking machine |
| 10. Flattening tester | 20. Anti-rust coating machine |

Fig. 2 Layout of 26" ERW pipe mill

接部品質改善のため局部焼なましを行い、大気徐冷、又は水冷する。次にパイプは上下ロール駆動4ロールスタンド4基とタックスヘッド1基からなるサイジングスタンドで、管形状および曲りを矯正され、走間切断機で定尺に切断される。

製品は偏平試験、水圧テスト、溶接部超音波検査および回転超音波検査で品質を確認後、管端面加工およびパイプ表面に電子粉体印刷で指定の表示をし、要求により表面塗油を行い出荷する。

4. 製造範囲および品種

26in. 中径電縫鋼管の外径および肉厚製造可能寸法範囲を Fig. 3 に示す。管の長さは 5.5~20m まで製造できる。

製造品種はラインパイプ、構造用および杭用鋼管が主であるが、従来の電縫鋼管の製造品種はすべて製造可能である。特にラインパイプについては API 5LXX65 の製造実績があり、さらに高強度造管の試験を計画している。

5. 設備の特色

26in. 大径電縫鋼管設備は、高級大径薄厚肉鋼管

を安定した品質で能率よく製造でき、また将来成形自動制御システムが導入できるよう配慮されている。以下、当該設備の特色を紹介する。

5-1 フルケージロール成形スタンド

帯鋼を冷間ロールで漸次曲げ、パイプにする方法として、Fig. 4 の各ロールを組合わせた従来方式 (スタンド構成図 Fig. 5(c) 参照)、クラスターロールの代りに成形性向上のためケージロールを設置したセミケージ方式 (Fig. 5(b) 参照)、およびブ

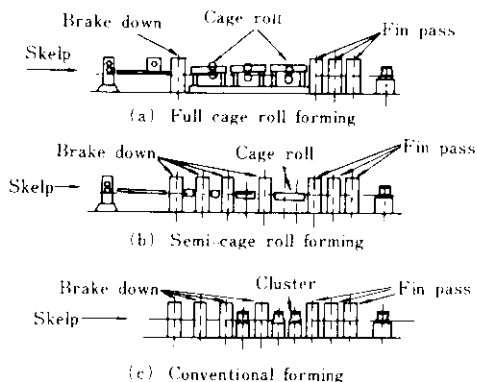


Fig. 5 Comparison of full cage roll forming, semi-cage roll forming and conventional system

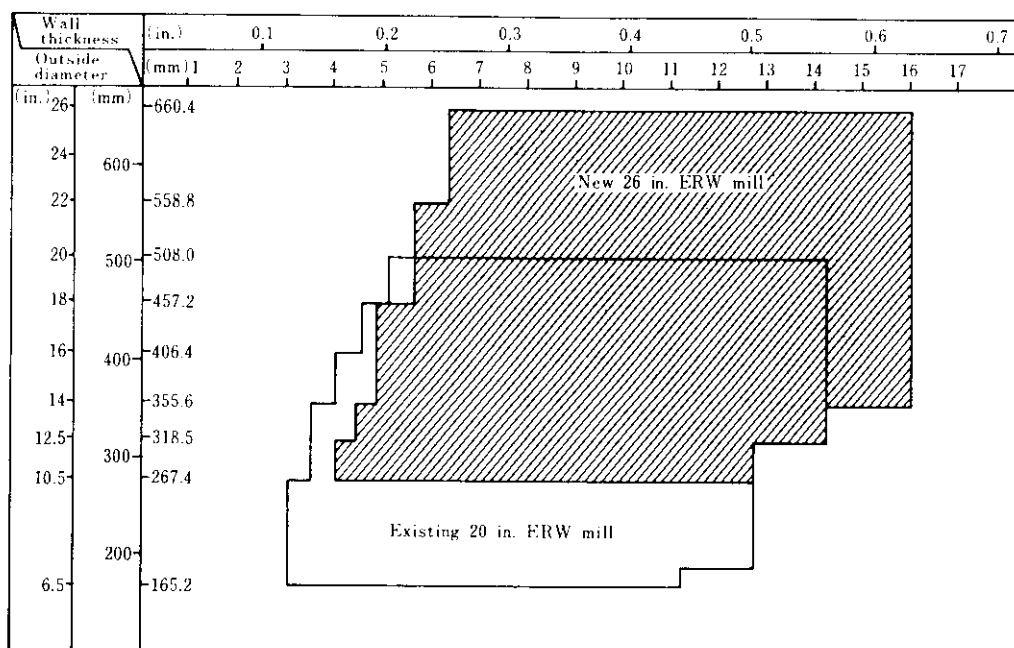


Fig. 3 Available size range

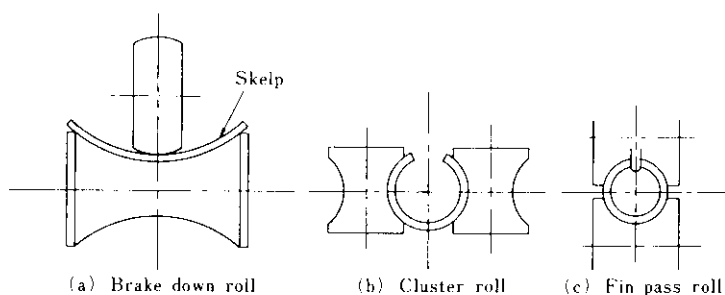


Fig. 4 Forming roll of conventional system

ブレークダウンスタンド1基と成形スタンド（フィンパススタンド）の間にケージロールスタンドを設置したフルケージ方式がある。従来、大径電縫管、特に薄肉鋼管の製造限界は、厚肉では帯鋼両エッジ部の成形性、薄肉ではエッジバックリング（端波）の調整限界で決められていた。この現象は製品径が大きくなるほど、また t/D （板厚/外径）比が小さくなるほどこの傾向は拡大される。これら成形条件改善の方式として、大径電縫管では世界でも類のないフルケージロール方式を採用した。Fig. 6 に従来方式とケージロール方式の概念図を示すが、造管方向に配列した多数のケージロールの調整と適正なドロール位置設定により、

帯鋼に急激な変形を与えることなく成形できる。このため成形材各位置での弾塑性変形量は均一化され、特に帯端部のストレッチが小さくなり端波は発生しにくくなる。この現象は特に大径薄肉管（ t/D : 1.0%弱）の造管を可能とした。また従来方式では造管サイズ変更時、数多くのロールを組替えていたが、ケージ方式は造管サイズごとに設定された角度にケージロールを Fig. 7 に示す機構で、定量的に調整出来るため、ロールの造管サイズ共用範囲が広く、ロール数を大幅に削減できた。これは造管サイズが多く、かつロール径・重量の大きい 26in. ミルにとって経済的効果は大きく、ロール組替頻度減少による稼働率向上とともに著し

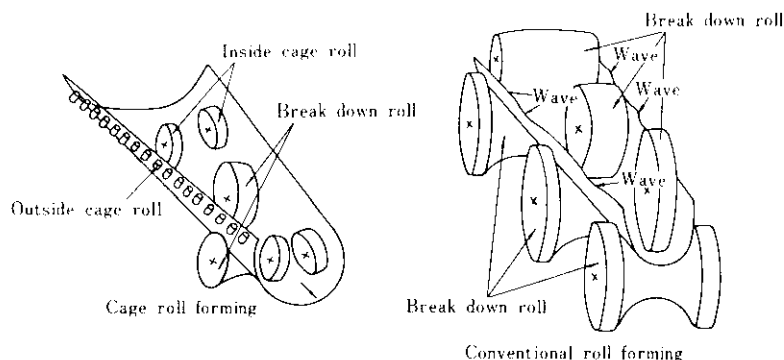


Fig. 6 Schematic comparison of two types of forming

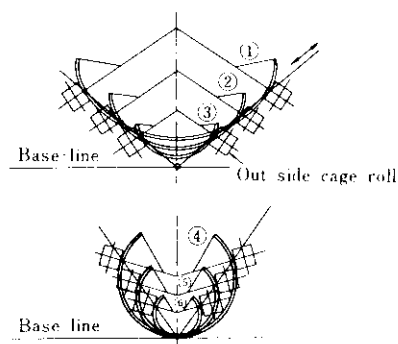


Fig. 7 Principle of new method for cage roll adjusting mechanism

い成果をもたらした。

5.2 エッジ成形スタンド

エッジ成形スタンドは、帯鋼の端部を造管サイズごとに所定曲げ半径、曲げ長さにあらかじめ曲げ加工を行う設備で、概略を Fig. 8 に示す。この端曲げは成形材の剛性を高め、ケージ内成形を容易にする。特に薄手サイズでは、成形材端部が No. 1 フィンパスロールにスムーズに挿入されるため急激な加工を受けないので局部歪による端波の発生を阻止でき、 t/D 比の小さな大径薄肉造管に効果を発揮した。また厚肉サイズでは端部曲げ量を自由に調整でき、溶接突合せ形状を最適条件に設定できるので、溶接部品質が向上した。さらにエッジングスタンドの設置で直前の No. 1 ブレークダウンロールカーリバーが単純化され、大幅なサイズ共用化が図れた。

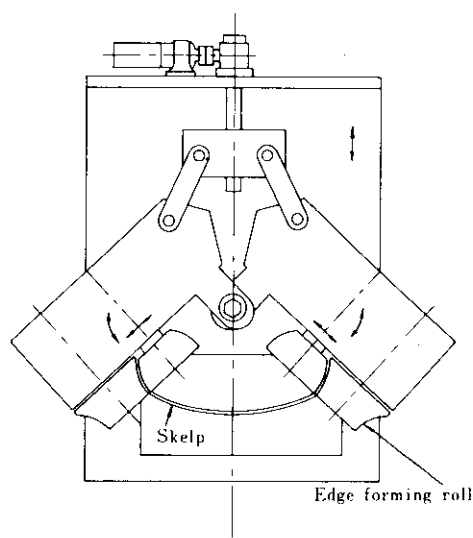


Fig. 8 Edge forming stand

5.3 全自動制御シームアニーラー

電縫鋼管シーム部は溶接後、誘導加熱その他の方法で熱処理し、品質改善を行っているが、素材、造管要因により或る振幅で蛇行することがある。従来加熱シーム位置合わせは目視手動で操作していたが、造管速度の高速化、高級管品種への拡大、製品大径化にともない、シーム部品質をより高めるため、アニーラーヘッドを常にシーム部に設定間隔で追従させる必要が生じた。このため新たに開発したレーザー反射式距離計および高性能走査型温度計で、シーム位置、最高温度、パイプとアニーラーヘッドとの間隔を検出および測定し、ヘッドが常にシーム部に設定値通り自動追従するなど

アニーラー設備の自動制御に成功した。

5・4 大径管端切断機

パイプの切断には種々の方式があるが、外径600mm以上の鋼管を高速で切断することは従来不可能とされていた。知多工場では26in.(660.4mm)サイズ切断設備として、Fig. 9に示すミーリングカッター方式を導入した。切断機構はFig. 10の模式図で示すように、被切断パイプを固定し、静止状態でパイプ中心に対し放射状に等配された3個のカッターヘッドで管中心方向にパイプ板厚より若干深く切込み、カッターの送りを停止させ、次にパイプを120度回転させ残りのパイプ壁を全部切断する方式である。このカッターは管厚を切断だけの小径でよいので、工具重量が軽く刃替作業が簡単である。また、旋削に比べ刃寿命が長くしかも切断速度を上げてても切断熱が殆んど上昇しないため、外径26in.の大径管も高速で精度よく管端の切断処理が可能となった。

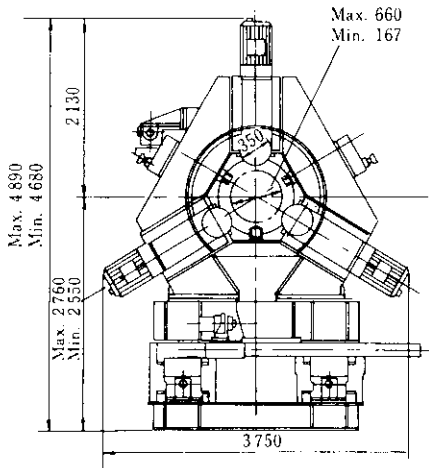


Fig. 9 Milling machine

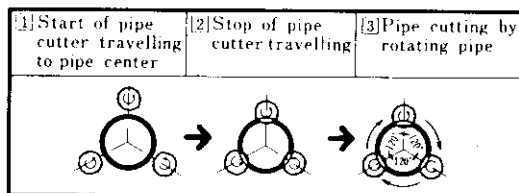


Fig. 10 Mechanism of milling machine

5・5 非接触式電子表示機

パイプの表示には規格で定められている項目以

外に、需要家の指示による表示があり、その内容も契約により異なる。特に出荷前立会検査を必要とする物件は内容も複雑で、印字数も多く、パイプにより、パイプ長、重量、シリーズ番号など内容が異なる表示を要求されるため、通常の印刷方法では造管速度と表示変更タイミングが適合しないことがある。このため、自動制御で印刷スクリーンを編集出来る電子印刷方式を採用した。原理をFig. 11に示す。粉体インキを使用した電子印刷機で印刷は非接触のため、パイプ表面の精度に関係なく、常に鮮明な印刷が行われる。また粉体インキのためインキの凝固もなく、シンナー等の溶剤を使用しないので作業環境も清潔である。選字機構はパイプごとに変るデーターをコンピューターで処理する自動選字と、ロットごとに変る項目をあらかじめプリントした半自動選字があり、いずれも制御回路を介して印刷スクリーンの選択を行えるようになっている。

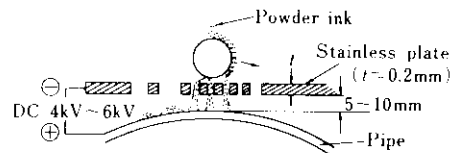


Fig. 11 Electrostatic marking mechanism

5・6 溶接部超音波探傷装置

溶接部超音波探傷装置は電縫溶接部とその近傍母材部の品質管理および品質保証を行うために設置した。本装置は、Fig. 12に示すように溶接部の探傷に対して片側3個、両側で計6個の探触子を有し、溶接部全域を同一感度で探傷することがで

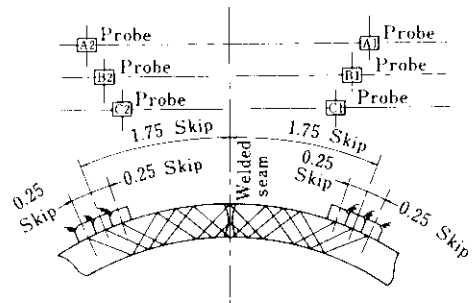


Fig. 12 Schematic illustration of the 6-probe ultra sonic test for the welded seam

き、さらに探傷結果の信頼性を高めるために次の特別機能を有している。

- (1) Acoustic Coupling Monitor (ACM)
- (2) Distance Amplitude Compensation.
- (3) Search Unit Monitor.
- (4) 溶接部追従

5・7 全面超音波探傷装置

全面超音波探傷装置は外径 168.3mm から 660.4 mm の鋼管を探傷できる国内最大級の回転式 UST 装置で、斜角探傷方式と垂直探傷方式の両者の特徴をいかし、探触子が鋼管の全周を回転することにより、すべての欠陥を検出することができる。また探傷結果の信頼性をより高めるために次の特別機能を付加した。

- (1) ACM
- (2) 自動校正
- (3) 自動自己診断および異常箇所表示
- (4) データ処理（ミニコンを用いて 4 象限マーキング、欠陥長さ判定等）

6. ケージロールによる成形特性

電縫鋼管の造管は平板を冷間孔型ロールで Fig. 13 に示す順序により塑性変形から弾性変形させながら成形していく。この成形過程、特にロール間での成形材の歪挙動を小さくすることが造管成形の重要なポイントである。従来法とケージロール成形法について、外径 660mm、板厚 6.35 mm の軟鋼材で成形中の二つのロール間での板変形挙動を板幅端と板中央について比較検討を行った。従来法

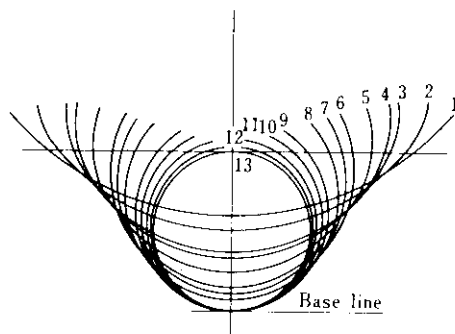


Fig. 13 Flower on full cage roll forming mill

では Fig. 14、Fig. 15 に示すように板の空間変形は到達ロール拘束部直前に集中する傾向にあり、その繰返しで最終成形部直前で大きな曲げと、曲げ返し歪が発生しやすい。ケージロール成形の場合 Fig. 16、Fig. 17 に示すように成形材スタート地点と到達地点で、板の成形進行方向をそれぞれ直線で結んだ面にケージロールを固定できるため変形パターンはなめらかで、塑性変形域の長さも長くなり局部集中変形は小さくなる。さらに平板から最終成形に至る下ロール設定高さによる成形材下面の高さ軌跡（ダウヒル）量を調整することにより成形材歪発生状況はさらに改善される。26in. 造管設備は各下ロール高さを任意の位置に設定できるため、サイズごとに最適ダウヒルカーブを設定し、成形材歪を小さくすることができ、加えてケージロールの調整で成形材の軌跡を変え、成形材端部を含め全体の歪発生を小さくすること

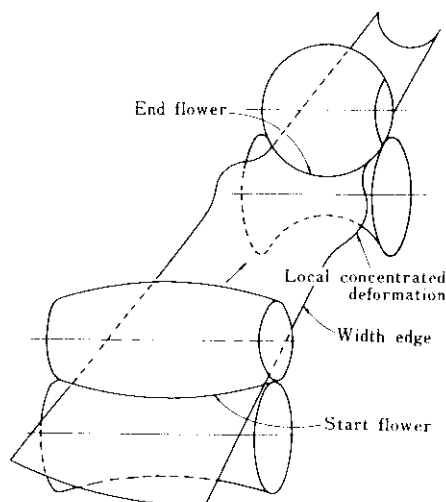


Fig. 14 Forming process through conventional roll forming

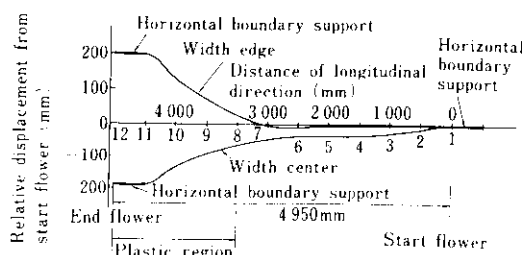


Fig. 15 Displacement trace of width center and width edge by conventional roll forming

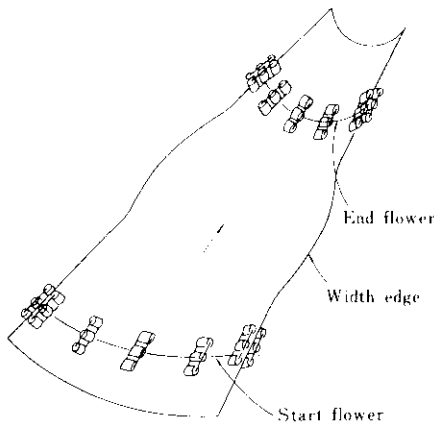


Fig. 16 Forming process through cage roll forming

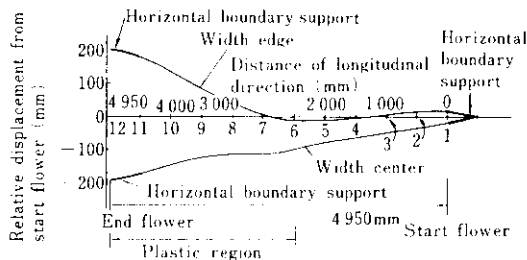


Fig. 17 Displacement trace of width center and width edge by cage roll forming

ができた。板端部の歪は溶接部で成形材の突合わせ面の波打現象となり、溶接不良の原因となる。この成形材端部の挙動について、外径 609.6mm、板厚 6.35mm (t/D 1.04%) を造管時、最終成形スタンド出側で端部波打量（歪量）を測定した結果を Fig. 18 に示すが、エッジの変動は 0.5mm で、

長手方向にもほぼ安定している。

また溶接部での成形端部は成形スタンド後のシームガイドロールで更に矯正されるため、端波量はさらに小さくなり、より安定した溶接条件がえられる。この現象からもケージロールによる成形は最適ダウンヒル量と共に大径薄肉鋼管製造設備として有効な手段であるといえる。

7. 製品の品質例

昭和53年10月の営業運転から現在までにラインパイプは API 5LXX42 から X60 までの石油および天然ガス輸送ラインパイプを約 60 000t、杭用鋼管として約 50 000t 出荷している。

以下にラインパイプ API 5LXX52 (外径 22in., 肉厚 0.281in.) の性能試験結果について報告する。

7・1 化学成分

API 5LX ではグレードごとに主要化学成分を規定している。当社はアプセット部のフッククラック、介在物などが溶接欠陥の原因になるので、P、S などの不純物元素をできるだけ低くおさえ、Nb を添加した Al-Si キルド鋼を使用している。

Table 2 に化学成分を示す。

7・2 機械的性質

(1) 引張特性

引張試験結果を Fig. 19 に示すが、いずれも API 規格を十分満足している。また溶接部の引張強度は母材より高い値を示している。

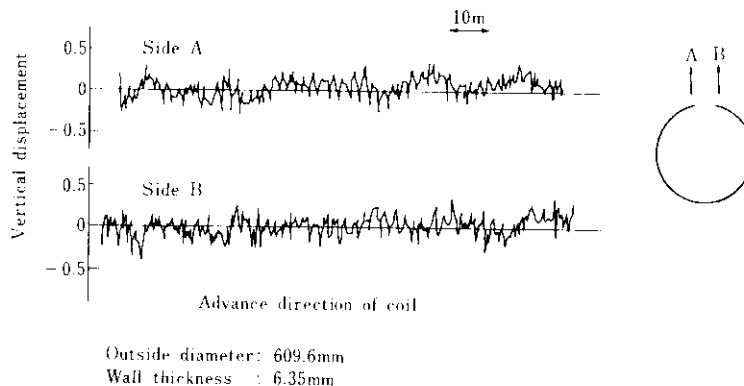


Fig. 18 An example of vertical displacement of width edge after fin pass rolling in cage roll forming

Table 2 Chemical composition of API 5LXX52 (558.8mm ϕ ×7.14mm)

	C	Si	Mn	P	S	Nb	Al	C.E.
Heat	0.08	0.16	0.99	0.019	0.003	0.032	0.023	0.25
Product	0.08	0.16	1.02	0.020	0.005	0.033	0.025	0.25
API 5LX Spec.	Max. 0.30		Max. 1.35	Max. 0.04	Max. 0.05	--		--

$$\text{C.E.} = \% \text{C} + \frac{\% \text{Mn}}{6} + \frac{\% \text{Cr}}{5} + \frac{\% \text{Mo}}{5} + \% \text{V} + \frac{\% \text{Ni} + \% \text{Cu}}{15}$$

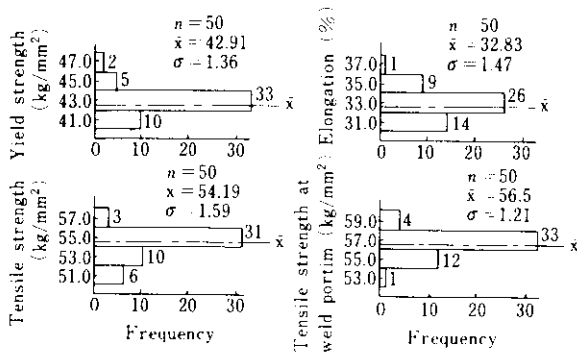
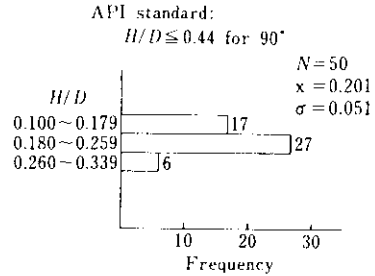
Sample: API 5LXX52, 558.8mm ϕ ×7.14mm

Fig. 19 Tensile properties in the transverse direction

Sample: API 5LXX52, 558.8mm ϕ ×7.14mm
D: Outside diameter (22"; 558.8mm)

H: Flattening height

Test Piece: The pipe of 4' or more in length shall be cut off for the test piece from an end of the pipe.

Fig. 20 Flattening test results

(2) 扁平強度

API 規格では扁平試験を規定しており Fig. 20 にその結果を示す。扁平率は 0.2 (H/D) と良好である。

(3) 顕微鏡写真

溶接部接合面は、急熱により溶融点まで加熱され、溶接後は急速に冷却されるので急熱急冷組織

を示すが、シームアニーラで溶接直後に溶接部を焼準することにより、組織は均一で微細なフェライトパーライト組織になる。Photo. 1, 2 に焼準された溶接部のマクロおよびミクロ組織を示す。

(4) 溶接部の硬度分布

Fig. 21 に溶接部を中心としたビッカース硬度分布例を示す。溶接部 (ボンドおよび HAZ) は焼準

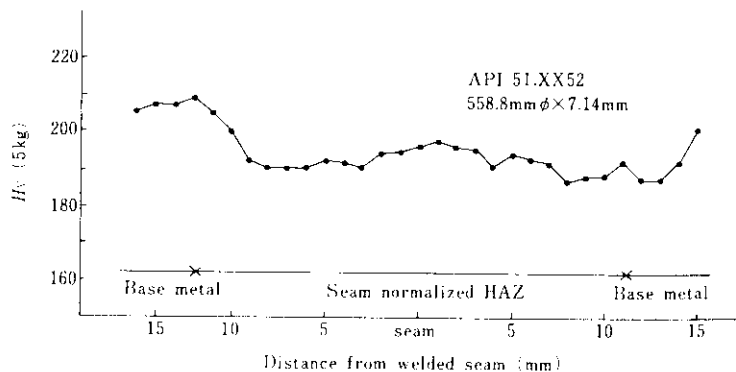


Fig. 21 Vickers hardness distribution of heat affected zone in transverse direction at the center of wall thickness after seam normalized

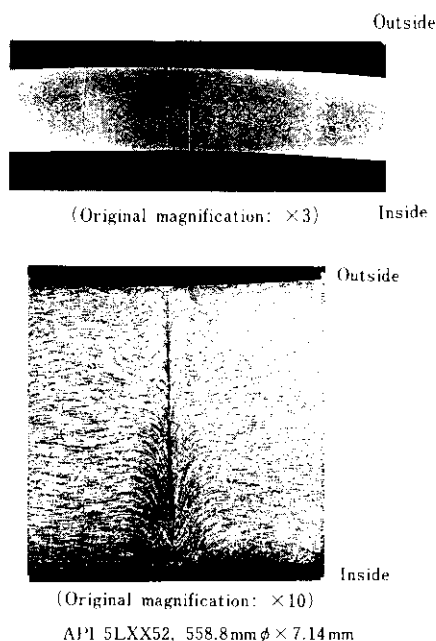


Photo. 1 Macrostructures at welded portion

されており、母材部との差がほとんどなく均一である。

(5) 溶接部の衝撃特性

溶接部の靱性と母材部を 2mmV ノッチシャルビー試験で比較した結果を Fig. 22 に示す。これは焼準された溶接部ポンドライン、ポンドラインより 2mm 離れた熱影響部および母材から円周方向に試験片を採取し、試験した結果である。

溶接部の吸収エネルギーは母材より若干劣るが、 $vTrs$ は母材と同等レベルである。

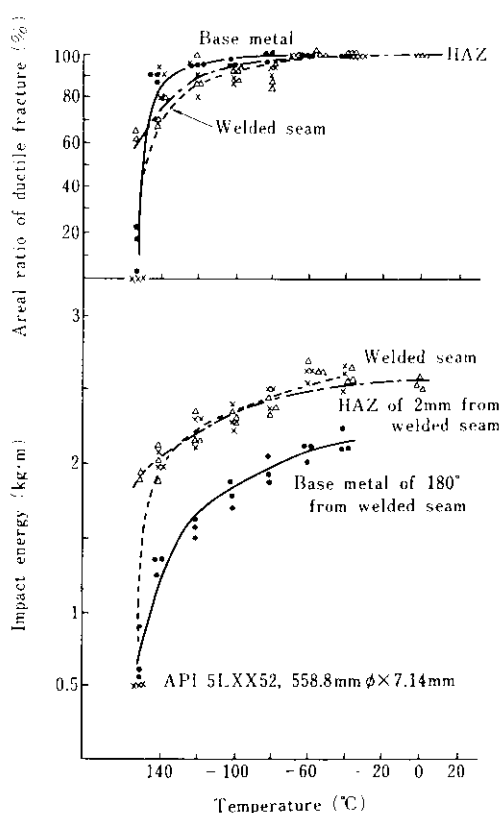
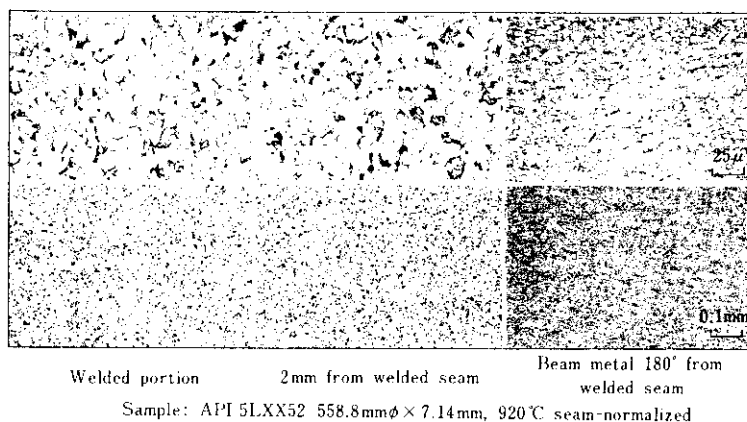
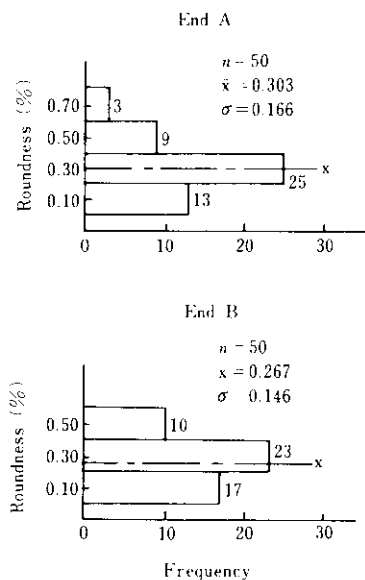
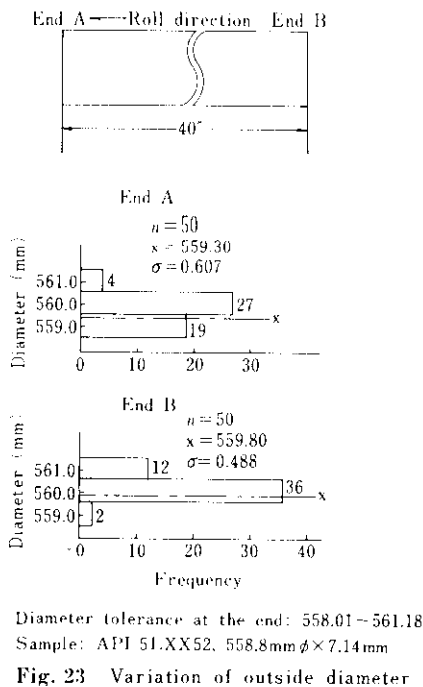


Fig. 22 2mmV-notched Charpy impact properties in the transverse direction

7.3 寸法精度

パイプラインは、現地での管同志の継ぎ溶接によって進められるので、管端部の寸法精度は厳しく規定されている。Fig. 23, 24, 25 に外径寸法、

Photo. 2 Optical micrographs at the center of wall thickness with original magnifications of $\times 400$ and 100



$$\text{Roundness} = \frac{D_{\max} - D_{\min}}{558.8} \times 100\%$$

Sample: API 5LXX52, 558.8mm ϕ $\times$ 7.14mm

Fig. 24 Variation of the outside roundness

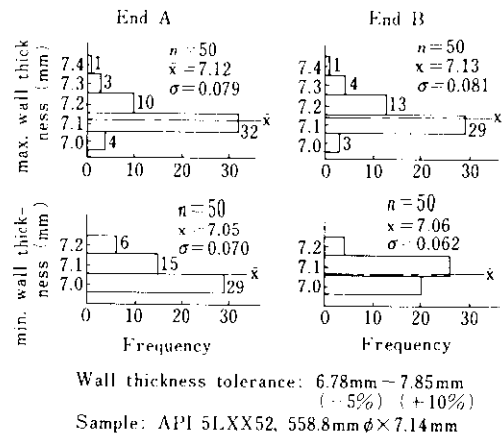


Fig. 25 Variation of the wall thickness of the pipes

真円度および肉厚のバラツキをヒストグラムで示す。いずれも API の規定値を十分満足しており、バラツキも少ない良好な値を示している。

8. 結 言

26in. 電縫鋼管設備は、既設電縫鋼管設備による、約150万t以上の造管経験に更に新技術を導入した新鋭設備である。既にラインパイプ用大径電縫鋼管(外径24in., 板厚0.25in., $t/D=1.04\%$ API 5LXX60)を他社に先かけ受注し順調に供給することができた。今後更に、素材品質、造管、溶接技術、非破壊検査技術、その他出荷体制に至るまで一段の改善を加え、継目無し鋼管、大径サブマージド鋼管、UOE鋼管によさる品質を高能率でかつ安定して生産できる体制をさらに充実し、今後ますます高度化する需要家の要求に応えられるよう不断の努力をしていきたいと考えている。終りに、本建設にあたり協力していただいた、石川島播磨重工業(株)、東京芝浦電気(株)、三菱電機(株)、住友重機(株)および関係メーカーの方々に紙面をもってお礼申し上げます。