

川崎製鉄技報
KAWASAKI STEEL GIHO
Vol.3 (1971) No.1

小径継目無鋼管設備の概要

General Feature of Small Size Seamless Tube Mill Plant at Chita Works

安藤 次雄(Tsugio Ando) 黒川 熙(Hiroshi Kurokawa) 丹羽 三樹雄(Mikio Niwa)

要旨：

65/8"連続式継目無鋼管圧延機マンドルミルが、川崎製鉄㈱知多工場に設置され、1970年6月1日より試圧延を開始した。このミルの主設備は、75t/h 回転炉床式鋼鋼炉加熱炉、2ロール式穿孔機、8スタンドマンドレルミル、75t/h ウォーキングビーム式鋼管再加熱炉、24スタンド引張絞り圧延機、ならびにスクリュウ式冷却床よりなっている。設備主体が小ロットの生産に 대응できるようにパス変更急速スタンド交換装置が採用されている。さらに当マンドレルミルは、製品の寸法精度ならびに表面肌が他の機種に比して優れているという特長を有しておる。当所の生産能力は月産10,000tで計画されたが将来20,000tに能力増が出来るようにレイアウトされている。

Synopsis：

At Chita Works of Kawasaki Steel Corporation, the continuous mandrel tube mill, with initial product size capacity up to 6●" diameter, commenced its trial rolling on June 1, 1970. The mill is equipped with a 75t/h rotary hearth furnace, 2-roll-barrel type piercing mill, an 8-stands mandrel mill, a 75t/h waling beam furnace, a 24-stand stretch reducing mill and a screw-type cooling bed. The mill was laid out with an aim of rolling as many small lots of tubes as possible only with a quick change method. The product has a superior quality in gage tolerance and surface condition. A 10,000m/t monthly production scheduled for the time being will be increased to 20,000m/t after some improvements.

(c)JFE Steel Corporation, 2003

本文は次のページから閲覧できます。

小 径 継 目 無 鋼 管 設 備 の 概 要

General Feature of Small Size Seamless
Tube Mill Plant at Chita Works

安 藤 次 雄*

Tsugio Ando

黒 川 熙**

Hirohi Kurokawa

丹 羽 三 樹 雄***

Mikio Niwa

Synopsis:

At Chita Works of Kawasaki Steel Corporation, the continuous mandrel tube mill, with initial product size capacity up to 6 $\frac{1}{2}$ " diameter, commenced its trial rolling on June 1, 1970. The mill is equipped with a 75 t/h rotary hearth furnace, a 2-roll-barrel type piercing mill, an 8-stands mandrel mill, a 75 t/h walking beam furnace, a 24-stand stretch reducing mill and a screw-type cooling bed.

The mill was laid out with an aim of rolling as many small lots of tubes as possible only with a quick change method. The product has a superior quality in gage tolerance and surface condition. A 10,000 m/t monthly production scheduled for the time being will be increased to 20,000 m/t after some improvements.

1. ま え が き

当社は昭和27年に、西宮工場において、電気抵抗溶接による小径溶接鋼管の製造を開始して以来、現在に至るまでに、小径、中径電縫鋼管、スパイラル鋼管などを市場に供給して来た。しかし、これらの製品のみでは、鋼管市場の要求に答え得るものではなく、特に油井用、ボイラー用、高压容器用、低温配管用、石油精製用、機械構造用など、特殊条件下において使用される各種鋼管の需要に対応する必要にせまられて来た。

当社は、このような状況において各種鋼管製品の拡充を目的とし、当面要求の強い継目無鋼管の

製造を計画し、各種製造方法の調査、検討を行なった結果、生産性、品質ともにすぐれたマンドレルミルの採用を決定し、知多工場に建設することになった。昭和43年9月、機種決定以後、同44年5月、起工、45年5月末までに主圧延設備の据付を完了し、45年6月以降試圧延、同9月実稼動とほぼ順調に行なわれて来た。今後、品質面、能力面で種々の改善と熟練を重ねる必要があるが、ミル完成を機に、同設備の概要を紹介する。

2. マンドレルミルの特色

各種の継目無鋼管製造法の中では、マンドレルミルによる鋼管製造法は比較的新しく、1948年、

* 知多工場鋼管部第1鋼管課課長

*** 知多工場鋼管部第2鋼管課

** 知多工場鋼管部第2鋼管課継目無鋼管掛掛長

表 1 マンドレルミルの設置状況

国 名	会 社 名	工 場 名	設 置 年	製品外径範囲(mm)
ア メ リ カ	U.S.Steel	Lorain	1948	53.8 — 127
	"	Gary	1948	53.8 — 101.6
	Babcox & Wilcox	Milwaukee		33.4 — 81
西 ド イ ツ	Mannesmann Röhren Werke	Mülheim	1964	26.7 — 133
イ ギ リ ス	Tube Investment	Wednesfield	1965	25.4 — 127
イ タ リ ア	Dalmine	Dalmine	1957	25.5 — 102
	"	Costa Volpino	1955	31.8 — 92
	Fabrica Italiano Tubi	Sestri Levante	1962	31 — 102
フ ラ ン ス	Vallourec	Anzin		59.8 — 101.6
ソ 連		Pervoural'sk		33 — 102
日 本	海 南 鋼 管	海 南	1968	27.2 — 139.7
	日 本 鋼 管	京 浜	1968	34.0 — 114.3

米国 U. S. Steel 社の National Tube Division Lorain Works に建設されたものが最初である。

同ミルは 8—9 スタンドをタンデムに並列し、各スタンドは 2 段の孔型ロールからなり、それらが交互に 90° の傾きをもって配列されている。主駆動電動機は DC で、各スタンド単独駆動である。

現在、各国における同ミルの設置状況は表 1 のとおりである。

他の継目無鋼管製造方式に較べて、マンドレルミルの特色は次のようである。

(1) 品質上の特色

a) 管の内面形状がすぐれている。

管の内面を圧延するのに調質されたミガキ特殊棒鋼を用いているので内面が美麗である。

b) 管の偏肉が少ない。

同ミルでは互いに 90° の傾きをもつ 2 ロールが交互に配列され、穿孔された素管はこのミルで交互に圧延されるので穿孔機で発生するスパイラル状の偏肉が矯正される上、その全圧下率は他の圧延法に較べて大きい。

c) 表面肌が美麗である。

高速連続圧延方式であるため、表面スケールが均一で薄く、また全圧下率が大きいので、素材の表面の荒れや、穿孔機で生じる荒れが矯正される。

d) 長尺の素管を得ることが出来る。

現在 22m までの素管、将来 26m までの素管が得られるが、これ等は歩止りの良いこと、またミルの生産性の高いことに貢献している。

(2) 設備上の特色

a) 生産能率が高く、小ロットでも多量生産に適している。

穿孔機、マンドレルミル、ストレッチレデューサーなどの主圧延機は圧延速度が高速で、ストレッチレデューサー出口速度は最高 7.8 m/sec である。

圧延間隔が短かく、最小 15sec のサイクル時間が可能である。

ロット間のセット変更の迅速化を考慮し、マンドレルミル、ストレッチレデューサーの主直流電動機はすべてプリセット方式を採用し、速度変更が瞬時に行ないうる。ロール交換はいずれもハウジングにあらかじめセットされたロールをハウジングごと取り換えるクイックチェンジ方式を採用し、取り換えには油圧による専用の交換装置、またはクレーンを使用する。また厚み変更の際のマンドレルバー交換はローラーテーブルにより自動的に行なわれるように設計されている。

b) 自動制御による省力化

全熱間圧延ラインは穿孔作業でのプラグ交換

のほか、若干の作業を除き、すべて人力を要せず、運転室よりの操作で行なわれ、それらのボタン操作は自動化されているので、少人数で操業出来る。

c) 設備費が高い

圧延動力としてのモーター容量が大きいことと圧延速度の制御、操作の自動化、マンドレルバーなど特殊な工具を必要とし、またこれらの加工設備も必要とする。マンドレルミル、ストレッチレデューサーのプリセット用予備スタンドを必要とする、などの理由により設備費用が高つく。

3. 製造工程

製造工程の概略を図1に示す。

素材は丸鋼片を用い、表面手入れ後、所定の長さに切断する。切断ビレットは回転炉床に装入され、炉床が、1回転する間に加熱され、1,200～1,280°Cで抽出される。加熱ビレットはローラーテーブルを搬送中に高圧水を噴射してスケールを除去し、センターリングマシンに送られる。ここで穿孔開始端面にセンターポンチを打ち、芯決めを行なった後、ピアサーに送られる。ピアサーはマンネスマンスティフエル型で2つの樽型ロールと長い棒の先に取付けられた芯金（プラグ）より成る。

2つのロールは約10°の傾斜をもち、同一方向に同一速度で回転している。ビレットは2つのロ

ールの間を回転しながら前進し、連続的に強く半径方向の圧力を受けるため、ビレットの中心部が自然に崩壊する。このためプラグによる内部圧延は容易に行なわれ、穿孔作業は完了する。この穿孔作業は1サイクル約15～17secで、穿孔後、直ちに棒（プラグ・バー）を後退させて、穿孔された中空素管より抜き取り、直ちにマンドレルミルの前面に送り込まれる。なお、プラグは穿孔終了とともに、取り換え、水冷して数10回使用される。プラグバーは穿孔前に3つのロールによって5箇所を保持され（これをバーステディヤーと呼んでいる）中空素管の穿孔中、中空素管の回転につれて回転され、中空素管が圧延されて進み出てくるとともに、順次に開かれて中空素管を保持し、穿孔終了とともに完全に開かれる。プラグバーは圧延中軸方向に推力がかかり、また圧延後中空素管からの抜取りのための後退、次の穿孔にそなえての前進を行なうが、これらの動作はプラグバー後端にあるスラストブロックにより行なわれる。

マンドレルミルは2段ロール8組から成っており、各組は交互に90°の角度で配列されており、さらにロールシャフトは水平に45°傾いて取付けられている。

マンドレルミル前面に送り込まれた中空素管は約1,150°Cの熱を保有しており、直ちにマンドレルバーを挿入して、マンドレルミルに送り込まれる。中空素管はこのロール列と、マンドレルバーとの間で圧延作業が行なわれ、肉厚減と延伸が行なわれる。各ロールは電氣的制御法により速度の

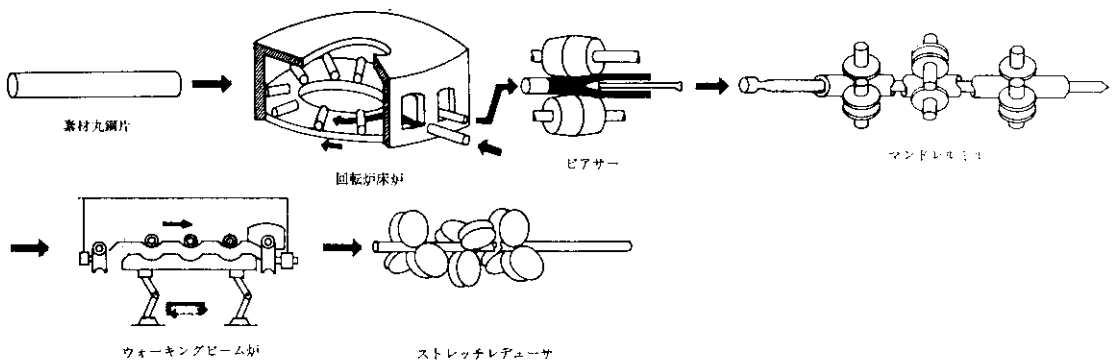


図1 製造工程

同期調整が行なわれており、また素材前後端部の衝撃荷重による過負荷変動にも対応するようになっていて、寸法精度の維持を行なっている。

マンドレルミルを出た圧延素管（通常シュルと呼んでいる）は、マンドレルバーが挿入されているので、シュルの熱い間に抜き取る。抜き取られたバーはミルの前面側方まで戻され、水冷槽に入れて冷却した後、再度圧延に使用される。バーは数本～数10本が同一寸法の圧延に循環使用される。

シェルはこのマンドレルミルで3～5倍の長さ
に圧延され、肉厚は、薄肉鋼管で約2mm、厚肉
鋼管で約16mmになる。バーを抜き取られたシェ
ルは圧延端部をホットソーで切断の後、再熱炉に
装入される。この再熱炉はウォーキングビーム方
式で、シェルは約900℃に再加熱された後、高圧
水によるデスクーリングを行なって、ストレッチ
レデューサーに入る。

ストレッチレデューサーは各々120°の角度で配置された3個のロールが1組となったスタンドが最大24台並んでおり、各ロールは直流モータで速度の同期調整を行なっている。シェルはこのストレッチレデューサーで外径を絞るとともに厚さの

増減を行なって、所定の外径、厚さに仕上げられる。

ストレッチレデュサーを出た鋼管は、クーリング・テーブルに送られて、冷却され、コールドソーで一定長さに切断されて、熱間での作業は完了する。

4. 設備の概要

4.1 設備の配列

熱間圧延ラインにおいては、出来得る限り材料温度の低下を防ぐために、圧延機間における移送距離をつめて、移送時間を短縮し、また事故の生じた場合に、材料の除去が可能なような配置とし、あわせて将来の生産量の拡大に伴う加熱能力の増大、シェル長さの増大、製品処理能力の増大を考慮した配置とした。

図 2 に設備配置を示す。

4.2 主要設備の概略

表2は主な設備の概要、メーカー名などを示したが、電気設備については炉設備を除き、東京芝

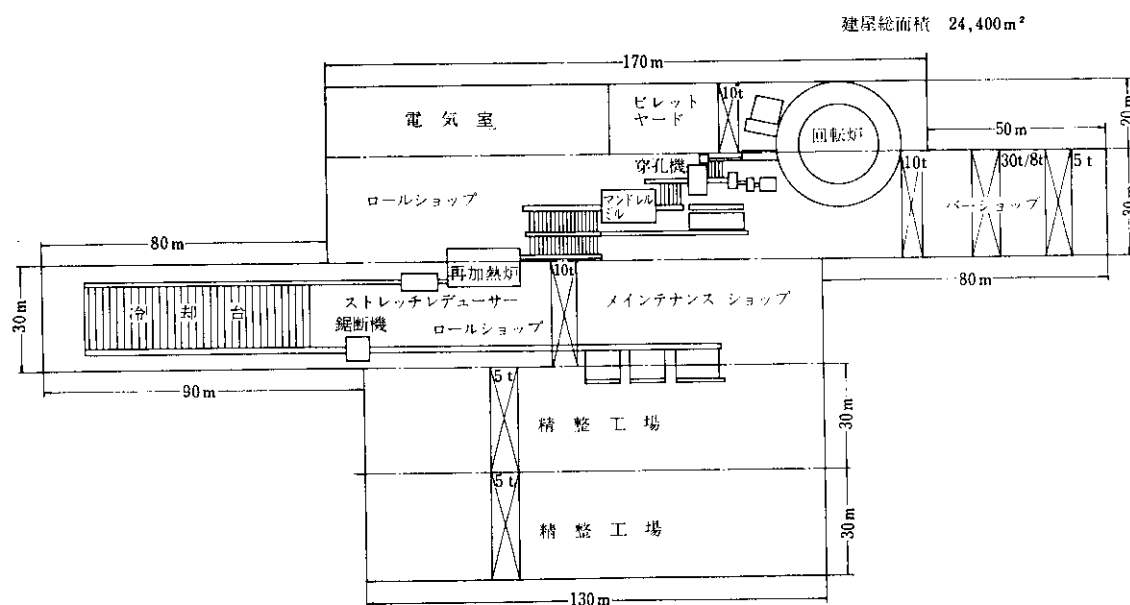


図 2 マンドレル工場配置

表 2 主要設備の概略

設 備 名	メーカ名	台数	型 式 諸 元	能 力
フレイムカッター セグメントソー	帝 国 酸 素 遠 藤 機 械	1 1	O ₂ -LPG フレイム切断, max. 6本同時切断 ハイス付歯, 丸鋸切断	
鋼片加熱炉	川 崎 重 工 OFU	1	重油焚き, 回転炉床式 (油圧モータ間欠駆動), 装入抽出マニピュレータ (油圧空圧作動) 側方加熱	現在 75t/hr 将来 110t/hr 装入抽出 240本/hr 加熱鋼片長さ 1.2—3.5m
ピアサー	石川島播磨重工 Aetnastandard	1	スティースネル マンネスマン型 (主駆動モータ 3,500kW SYM) ロール胴径 max. 1,100 ロール回転数: 104.2 rpm プッシャー (空圧式) スラストブロック (ワイヤドラム式) バーステディヤー (油圧式): 5 連	圧延本数 max. 240本/hr 中空素管長さ最大 8 m 素材ビレット長さ 1.2—3.5m
マンドレルミル	同 上	1式	本体; 2 ロール 8 [主駆動モータDC700kW ×16台 (将来4台追加)] バーインサータ; チェン式 (駆動モータ DC 220 kW ×1 台) シエルインサータ; チェン式 (駆動モータ DC110kW ×1 台) 主ロール径 max. 560φ	最高速度 { 入側 2.3m/sec 出側 5m/sec 圧延本数 max. 240本/hr 入側ホロー max. 長さ8 m 出側シエル max. 長さ22m (将来 26m max.)
バーストリッパ	同 上	1	チェン型 (主駆動モータDC300kW ×2) チェン強度 25JT ×2	処理本数 max. 240本/hr
ホットクロップ ソー	同 上	2	上下スイング方式 (主駆動モータAC, 95kW) 鋸径 1,220φ	処理本数 max. 240本/hr
再熱炉	大 同 製 鋼 Salembrosius	1	重油, 軽油焚きウオーキングビーム式 (油圧駆動) 装入ローラ (ACモータ駆動) 抽出ローラ (DCモータ駆動)	現在 75t/hr (将来 110t/hr) 装入抽出本数 max. 240本/hr 装入シエル長さ max. 22.5m (将来 26m)
ストレッチ レデュサー	川 崎 重 工 Innocenti		3 ロール・エキスターナルギヤー方式24スタン ド (主駆動モータ 200kW ×24) ロール径 # 1~10 350φ #11~24 330φ スタンド間隔 # 1~10 310 #11~24 290 スタンド交換装置 (油圧一台車式)	最高速度 { 入側 1.9m/sec 出側 7.8m/sec 圧延本数 max. 240本/hr
クーリング テーブル	川 崎 重 工 Schloehann	1式	二重スクリュエ搬送式 (主駆動モータDC150kW) 長さ×幅 66.4m ×18m	処理本数 max. 240本/hr 搬送速度 0.17~1m/min 最大チューブ長: 50m (将来120m)
コールドソー	同 上	1	油圧スライド式 (主駆動モータ AC280kW) 鋸刃径 1,600φ 鋸回転数 1,500rpm ストップ・スクリュエ移動式	切断幅 (束切断): 500mm 120cut/hr (将来 2 ライン)

浦電氣(株)が製造据付一切を行なった。また同上の設備のエンジニアリングについては、技術提携を行なった Mannesmann Röhren Werke の意見を取り入れている。個々の設備について、そ

の主な特色を示せば次のようである。

1) 鋼片切断機

マンドレルミルの圧延能力が高いため、切断機的能力もまた高いことが要求される。普通鋼の切

断には最高6箇所を同時切断出来るフレームカッターを採用し、また高炭素鋼、低合金鋼の切断用にはハイビード鋼を付刃したセグメントソーを採用した。

フレームカッターの長さセットはスクリューをモータで調整することにより迅速簡易に行なえる。また予熱、溶解時間を短縮するため、切断開始時には鉄粉を吹き付け、切断開始とともにパウダーを停止する。

2) 鋼片加熱炉

ビレットは装入前にテーブル上で1本ごとに秤量、記録され、規定の重量許容範囲に入らないのは自動的に除去され、圧延スケジュールに合うもののみを装入する。この重量記録はストレッチレデュサーの運転台に同時記録される。加熱炉本体は有効外径約33mで、5ゾーンよりなり、各々自

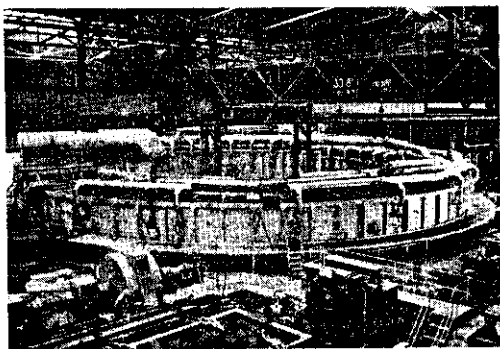


写真 1 回転炉床炉

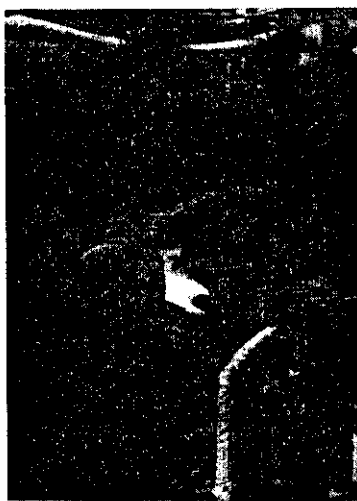


写真 2 ピアサー後面(孔穿中)

動燃焼制御をされる。当初は予熱帯1ゾーンのバーナを省き、将来の能力増強時は取付けることとしている。装入抽出用マニピュレータは油圧、空圧駆動である。

3) センターリングマシン

全油圧駆動方式で深みのあるセンターポンチを打つことが出来る。

4) ピアサー

現在高速のみであるが、将来低速切り換えが可能な配置としている。ロール面角度 3° 、傾斜角度は $0 \sim 15^\circ$ の調整範囲であるが、通常 $8 \sim 12^\circ$ を用いている。スラストブロックの前後進速度は6.2 m/secである。ロール間隙の材料通過の上下面には特殊耐熱耐摩耗性ガイドシューを配置し、入側には材料ビレットのガイド用にキャノンと称するガイドを配置している。ビレットをロールに押込むには空圧作動のプッシャーを置いている。

5) マンドレルミル

本体は主減速機、主駆動モータなどはいずれも地下ピットに収められている。主減速機はスパイラルベベルギヤーによって水平に対して 45° 傾斜しているロール軸とギヤーカップリングによって連結されている。各スタンド間隔を出来得る限りつめるため、偶数スタンドと奇数スタンドの各モータと減速機はミルの両側に分けて配置されている。

ロール交換はスタンドをスタンドベースより吊り上げることによって行なわれ、あらかじめセットされたスタンドと交換する。このため、スタンドのセットアップベースを別に設けて、スタンドのセットを行なっている。ロール孔型の改削には

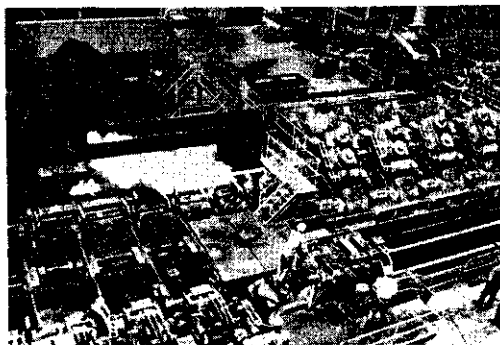


写真 3 シェルとバーをミルに装入しているところ

倣い旋盤を用いている。

前面設備としてはバーを素管に挿入するバーインサーターと、バーを挿入した素管をミルに送り込むシェルインサーターがある。出側にはランアウトローラーテーブルと、キックアウト、バーストリッパにバーを装入されたシェルを送るチェントランスファーがある。

ミルの各スタンドの速度は同期される様に制御され、入側の材料、バーの送り込み速度はNo1スタンド速度に、出側ランアウトテーブル速度はNo8スタンドの周速に同期されている。

6) 再熱炉

角型の炉で、側方加熱で6ゾーンに分かれている。天井中央にバップルを置き、加熱帯と均熱帯を分けている。炉床には異形煉瓦製の固定ビームと耐熱鋼製移動ビームを設けている。ビームの駆動は炉下部のピット内に置かれた油圧シリンダーにより、上下前後進が行なわれる。

材料の装入、抽出は、側方に配置されたローラーテーブルにより行なわれる。これらローラーは耐熱鋳鋼製で水冷を行なっている。出側ローラーテーブルの材料送り速度はストレッチレデュサーの入側速度と同期される。炉内状況を監視するため、工業用テレビを設けている。

将来、シェル長さを増大するに備えて、炉構のみは26m用に設置されている。

7) ストレッチレデュサー

スタンド間隔を出来る限りつめて材料前後端部の過厚部を短くするため、主駆動モーターは減速機をはさんで前、後部に2列づつ、1列6台

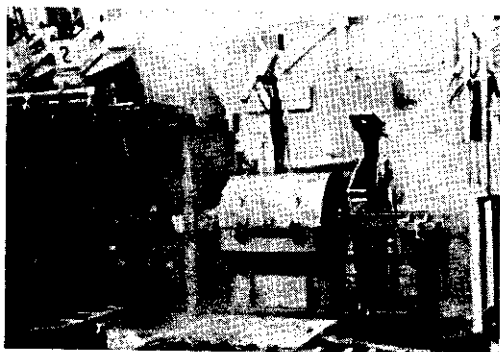


写真4 ストレッチレデュサー圧延中入側手前デスケーラー

の配置とし、後部2列のモータを床面より高くして減速機スタンドの上段に入り、前部2列のモーターは床面より下に配置して減速機下段に入り、中段よりスタンドホルダーに入れている。またスタンドホルダーと減速機間はユニバーサルスピンドルで連結し、このスピンドルは扇形に広がっている。スタンドホルダーはベベルギヤーによって3本の各ロール軸にカップリングを経て入力进行分配する。減速比は1:1である。ロール軸は角形のハウジング内に組込まれているが、サイズ変更時には油圧でカップリングを抜き、組替装置により、クレーンを使用せずに組替えを行なう。

サイズ変更時の速度変更はプリセット法により行なわれる。各モーターの速度制御は材料先後端部のロールへの入出による速度の変動を防止する。

8) クーリングテーブル

一断面に4条のスクリュウが主チューブに捲かれたスクリュウコンペアーで、このために、冷却中の管は管の送り方向に45°の方向にも移動する。このため、管とスクリュウコンペアーとの接触箇所が移動することによって管の冷却が均一に行なわれるので管の真直度が良好である。また、クーリングテーブルの下部には建屋の下部より掘られた横穴により、外部より冷風が自然に通風されるので冷却効果がよく、一定の条件で均一な冷却が能率よく行なわれる。

9) コールドソー

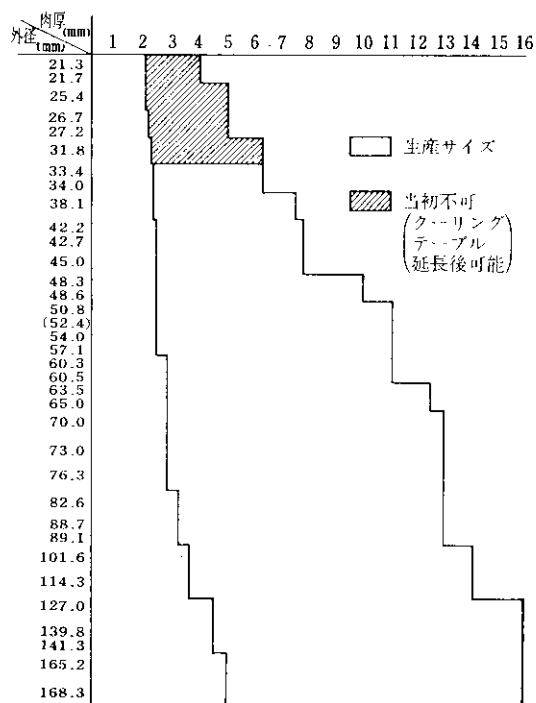
冷却された管は数本づつ、一度にコンペアーで送られ、鋸でクロップ切断と定尺切断が行なわれる。切断長さはストッパーの移動送り用スクリュウの回転をセルシンモータにより読み取り、運転台で自動的にセットされる。

5. 製造可能寸法および製品の種類

5.1 製造可能寸法

外径 34 ~ 168.3 mm までの製造が可能であるが、将来は 21.3 ~ 168.3 mm の鋼管の製造が可能となる。現在までの試圧延結果において #40 ~ #160までの当初の計画はほぼ順調に達成されつつ

表 3 製造可能寸法範囲



ある。表 3 に製造可能な外径と厚さを示す。現在までに試圧延を行って成功した寸法を示している。

今後、マンドレルバーの新規製作と、圧延技術の習得、設備、工具の手直し、改善により、厚さ範囲の拡充を行なうとともに、ストレッチレデュース予備スタンドの整備、増強により各種外径の管の製造が可能であると考えている。

5.2 製品の種類

リムド鋼、セミキルド鋼、キルド鋼のいずれもが製造可能であるが、大半はキルド鋼である。鋼種としては、炭素鋼（低炭素鋼より 0.60% C 鋼まで）、低合金鋼（Cr 5% 以下の Cr 鋼、Gr-Mo 鋼、Ni 3% 以下の Ni 鋼など）の製造が可能である。

製造可能規格

JIS 規格

- G3452 一般配管用 SGP
- G3454 圧力配管用 STPG
- G3455 高圧配管用 STS
- G3456 高温配管用 STPT
- G3458 配管用（合金鋼）STPA

（ただし 26 種を除く）

- G3460 低温配管用 STPL
- G3461 ボイラー用 STB
- G3462 ボイラー用（合金鋼）STBA

（ただし 26 種を除く）

- G3464 低温熱交換器用 STBL
- G3439 油井用 STO
- G3465 試験用 STM
- G3444 一般構造用 STK
- G3444 機械構造用 STKM
- G3441 機械構造用（合金鋼）STKS

（ただし 5—10 種を除く）

ASTM 規格

- A53 一般配管用
- A106 高温配管用
- A252 鋼管杭用
- A120 一般配管用
- A333 低温配管用
- A335 高温配管用（合金鋼）

（ただし P 7, P 9 を除く）

- A523 高圧電線管用
- A405 高温配管用（合金鋼）
- A524 プロセス配管用
- A83 (旧規格) ボイラー用
- A192 ボイラー用
- A209 ボイラー用（合金鋼）
- A210 ボイラー用
- A213 ボイラー用（合金鋼）

（ただしオーステナイトステンレス鋼および T 7, T 9 を除く）

- A334 低温用（合金鋼を含む）

（ただしグレード 8, 9 を除く）

- A423 耐食圧力容器用（合金鋼）
- A161 石油精製用（合金鋼を含む）
- A200 石油精製用（合金鋼）

（ただし T 7, T 9 を除く）

- A179 熱交換器用（要冷間引抜）
- A199 熱交換器用（要冷間引抜）合金鋼

（ただし T 7, T 9 を除く）

API 規格

- 5 L Grade-A, B ラインパイプ

5 L X -X42, X46, X52, X60, X65

ハイトラインパイプ

5 A H40, J55, N80, D, E

5 A C C75, K80

5 A X P105, P110, V150

油井管

上記諸規格品の製造が可能である。

6. 結 び

当設備はホットラン以後、約6ヶ月を経過し、

ほぼ、順調な経過を辿り、徐々に高級な品質の管の試圧延と生産能率の向上が行なわれている。

当初の生産目標 10,000 t/month を達成した後は、加熱能力の増大、クーリングテーブルの延長、冷間ソーラインの1系列増設、その他、精整各設備の増設冷間引抜設備の新設などの工事により、20,000 t/month の能力に増大させる予定である。

これとともに、コンピュータの導入により省力化を図り、完全なプロセスコントロールを図ってゆく予定である。