

第 1 章

マンネスマン穿孔方式による 継目無鋼管の製造法概要

1. 各種の継目無鋼管製造法

鋼管には鋼板を用いて管状に成形し、継目部を溶接した溶接鋼管と、丸鋼片等を用いて穴をあけ管状に圧延（または押し出し）する継目無鋼管がある。継目無鋼管は一般に高い信頼性が必要とされる高級鋼管の分野に使用される。

継目無鋼管の用途は主として、圧力配管用鋼管、高温・高圧配管用鋼管、ボイラー用鋼管と油井用鋼管等に用いられ、この他に機械構造用鋼管、化学工業用鋼管、低温用鋼管や圧力容器用鋼管等非常に種類が多い。溶接鋼管は素材となる鋼板の溶接性および成形性により、鋼種、製造寸法範囲が制約される。これに反し、継目無鋼管は低炭素鋼（圧力配管用、高温高圧用、ボイラー用等）から中炭素鋼（油井管等）、CrMo鋼（ボイラー用等）、ステンレス鋼（ボイラー用、化学工業用、油井管等）、ベアリング鋼、ニッケル鋼、各種高張力鋼など適用範囲が広い。また寸法範囲においては薄肉管から厚肉管にまで適応可能である。しかし外径範囲は溶接管より狭く、通常450mmφ程度までである。これ以上の外径はエルハルト法で生産する大径厚肉管の特殊な例を除いては国内では製造されていない。一方継目無鋼管の製造法の一つである熱間押し出し法では各種の異形断面の鋼管も製造されている。

継目無鋼管の製造法は、その用途に応じた鋼種、寸法範囲、品質に適応して経済的に生産出来るような多くの製造法が開発されて来た。日本国内に現有するミルの形式を分類すると表1-1の様になる。

製造プロセスは、

- ① 鋼片の穿孔工程
- ② 圧延工程
- ③ 成型工程

に分類することが出来る。鋼片の穿孔工程はマンネスマン穿孔ロール機を用いた傾斜圧延方式かプレスを用いたプレス穿孔方式（機械加工による中空鋼片を用いることもある）に分類することが出来るので継目無鋼管の製造法はロールによる

表1-1 日本における継目無鋼管設備

方式	製造方式名	穿孔工程	圧延工程	成型工程	設置台数
ロールによる製造法	プラグミル法	マンネスマン穿孔機	プラグミル・リーラー	サイザー又はレデューサー	3
	マンドレルミル法	マンネスマン穿孔機又は交叉式穿孔機	マンドレルミル	レデューサーまたはサイザーシンキングミルおよびブローキリーサイザー	4
	アッセルミル法	マンネスマン穿孔機	アッセルミル		1
プレスによる製造法	ユジーンセジュールネ式エルハルトブッシュベンチ法	穿孔プレス	エキストルージョンプレス ブッシュベンチ	同左又はレデューサー	5
		穿孔プレス		同左(切削仕上げ)	1

傾斜圧延製造法とプレスによる製造法に大別されると云って良い。圧延工程は鋼種、寸法、用途に応じて各種のミルが用いられ、最後にサイザー又はレデューサーを用いて成型される。

傾斜圧延による製造法は、19世紀末にマンネスマンがマンネスマン穿孔機を發明して以来継目無鋼管の製造法として一般的に行われて来た方法である。この方法は穿孔機自体や圧延工程、成型工程の近代化にともなって非常に高能率なミルとして発展し、継目無鋼管生産量の約90%を生産している。しかしマンネスマン穿孔機における加工は複雑な付加的剪断変形をとめない非常に苛酷な加工であるために加工性の悪いステンレス等高合金鋼の製造には不向きであった。これに対し、1930年頃よりジンガープレスの使用が始まり、また1942年よりガラス潤滑を用いたユジーンセジュールネ式熱間押出法が開発されることによってプレスによる製造法が確立された。この方法はほとんどの加工が圧縮変形加工であるところから加工性の悪い高合金鋼に適した。またダイス・マンドレルの形状・寸法を変えることにより、小径の極厚肉管やひれ付鋼管等の異形管の製造も可能となった。

プレスによる製造法は生産能率が低く、また使用する鋼片の前処理加工が必要であったり、製造後の脱ガラス等が必要となってマンネスマン穿孔方式で製造可能な鋼種、寸法には製造コスト面では対抗しがたい。しかしながら最近では普通鋼に対しても加工性は悪いが安価な連続铸造鋼片等を用いて大容量プレス、長尺押出により経済的に製造しようという試みもある。

2. プラグミルによる製管法

(1) 概要

プラグミルによる製管法はマンネスマン穿孔機により製造したホローシェル

を圧延する一方法として19世紀末にステイーフェルより実用化された。このミルは継目無鋼管大量生産方式の最も代表的なミルとして今日に至っており、レデューサーと組合せた小径サイズの製品からダブルピアシングを行って製造する中径サイズの製品まで製造可能寸法範囲の広いミルである。(しかしながら、小径サイズは最近ほとんどマンドレルミルに変わっている)製造鋼種の点では炭素鋼から一部ステンレス鋼にまで用いられるなど適用範囲も広い。

(2) 製造工程および工場レイアウト

プラグミル法による製造工程を図1-1に示す。素材として用いる丸鋼片を丸ビレットと云い、分塊圧延又は連続铸造により製造される。このビレットは、ピーリング又はショットブラスト等の前処理を経て十分に疵を除去してから用

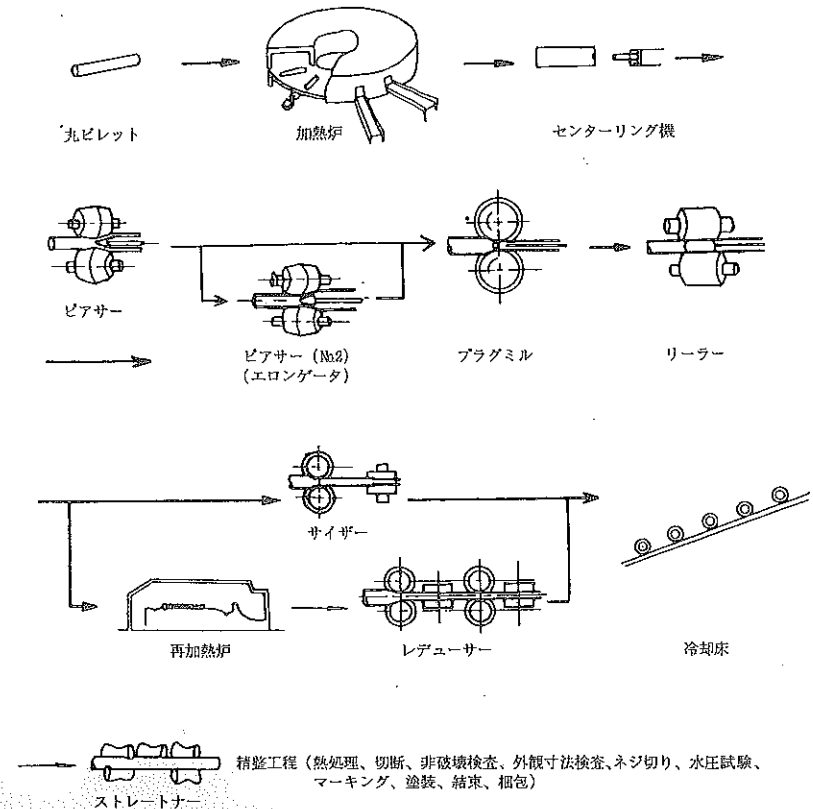


図1-1 プラグミル法による製造工程図

いられる。ピレットは加熱炉に入れて、1,200℃付近にまで加熱し、続いてセンターリング機により鋼片の先端部中央にセンターホールをあける。センターホールはピアサーにおいてプラグを鋼片中央にまで誘導するためのものである。ピアサーではピレットはロールによる回転鍛造により中心部に内部崩壊をおこし、プラグを押し当てられて初めて穴をあけられる。小径サイズはこのままだがプラグミルに送られ、中径サイズでは更にNo.2ピアサーを通して外径の拡大と肉厚の減少が行われる。プラグミルは溝型のカリバーを切った2-HIロールである。ここではロールとロール内に固定されたプラグにより肉厚の減少が行われる。この時ロールのエッジ部では肉厚の圧下が行われずに肉厚が不均一となる。又固定したプラグにより管内面に筋が発生する。このためリーラーを用いて不均一肉厚の修正と内面筋の除去を行う。成型工程にはサイザー仕上げとレデューサー仕上げがあり、中径サイズではサイザーが、小径サイズでは再加熱を行った後にレデューサーが用いられる。サイザーでは約10%程度の外径減少を行って真円度の良い管に仕上げる。レデューサーは10数台から20数台を有する連続圧延スタンドであって、1~2種の外径の素管より外径の減少を行って多種類の外径の小径管を製造する。最近のレデューサーは外径の減少とともに、スタンド間で引張りを与えることにより肉厚をも減少させることが出来るため、ストレッチレデューサーと云われている。サイザー又はレデューサーを通った管は冷却床で冷却され矯正機により曲りを取る。

通常矯正以降の工程を精整工程と云う。ここでは熱処理、切断、非破壊検査、外観寸法検査、捻子切り、水圧試験、マーキング、塗装、結束、梱包等の作業が行われている。これらの工程は各々付随する作業、例えば熱処理後の矯正や検査後の仕上げ・再切断などを有し、複雑な組合せとなっている。

図1-2にプラグミル法による代表的な工場レイアウトを示した。

(3) プラグミル製管法の製品種および製造寸法範囲

プラグミルの製造可能鋼種は、炭素鋼からステンレス鋼を含む高合金鋼まで鋼種範囲が広い。しかしながら一般的には普通鋼が主体であって5%Cr鋼を越える合金鋼は熱間押出法により製造される。これら合金鋼に対してはプラグミルでは熱間押出法で製造不可能な外径の大きい長尺の製品(例えば外径6"、長さ10m以上程度)についてのみ製管されるのが普通である。

プラグミルの製造可能寸法範囲を図1-3に示す。通常外径100mmφ程度を

境にしレデューサー仕上げとサイザー仕上げに分かれる。肉厚範囲は薄肉側は

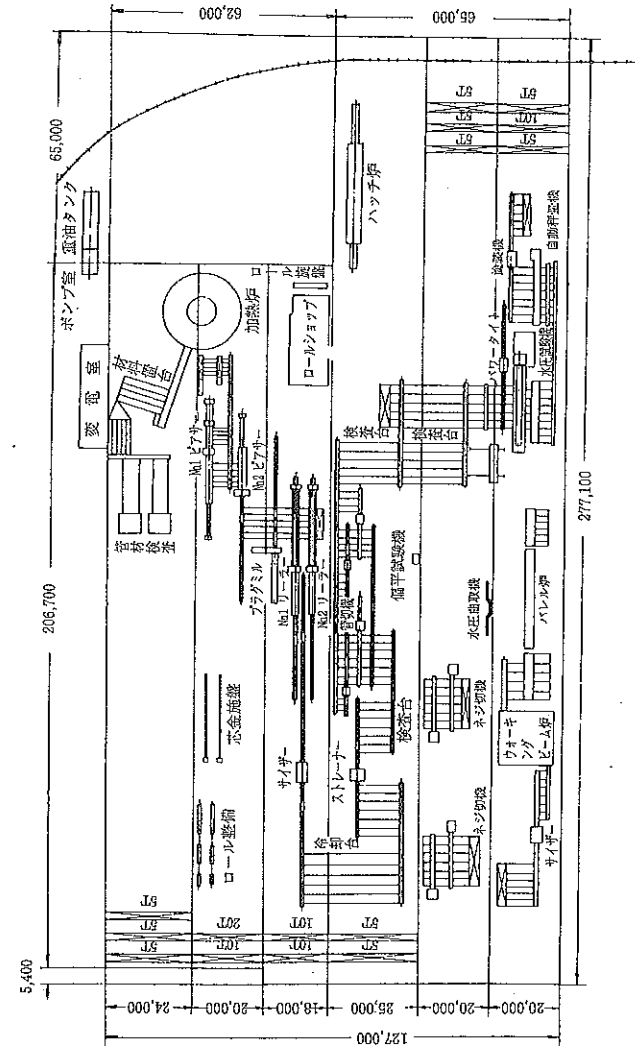


図1-2 代表的なプラグミル工場のレイアウト