

第1章

鋼管製造法の概要

1. 鋼管製造法の発展経緯

管は太古から使用されていたが、鉄の管については、1650年頃フランスで
 鋳鉄管を水道に用いた記録が初めてである。その後、1800年代に入って、ガ
 ス灯用鋼管の需要がうまれた。さらに、1890年頃の自転車の発明、1900年頃
 からの自動車の普及により鋼管の需要は大きく伸びた。一方、石油に対する需
 要の急増による油井用鋼管、2回にわたる世界大戦による艦船ボイラや航空機
 用鋼管、第2次大戦後の火力ボイラ、化学プラント用鋼管、ごく最近の石油時

表1-1 各種製管法の発明

年代	発明者	機械(あるいは発明発見事項)
1812	オスボン	簡単な重ね合わせ (Lap weld) 溶接管の製造法の発明
1824	ラッセル	簡単な衝合 (Butt weld) 溶接管の製造法の発明
1825	ホワイト・ハウス	従来の溶接管製造法の機械化を考え出す
1840	ブロッサー	従来の溶接管製造法のダイスをロールに代え製造速度並びに精度を向上
1842	ホワイト・ハウス ラッセル	溶接管製造法の溶接ダイスの他に心金を使用する事を考え出す
1854	スターリング	鋳鋼管より継目無鋼管を作る事を考え出す
1882	エリオット	溶鋼よりの押し製管法を考え出す
1885	マンネスマン兄弟	マンネスマンピアサーを考え出す
1891	マンネスマン兄弟	ビルガーミル発明
1891	エルハルト	エルハルトせん孔法 (プレスによる) を発明
1894		スパイラル製管法の特許が提出される
1895	スティーフェル	スティーフェル、ディスク型せん孔機発明
	スティーフェル	スティーフェル、コンカル型せん孔機発明
1904	ファセル	コンティニューアスミル発明
1906	スティーフェル	ブラグミル、リーラ、サイザを発明、ブラグ・ミル製管法の基礎を完成
1923	フレッツ ムーン	フレッツ・ムーン衝合溶接管製造法発明
1925		レデューサー発明
1929	レックナー	レックナー式製管機が試作される
1929		コールドビルガ出現
1931	ディッシャ	ディッシャミル発明
1936	アッセル	アッセルミル発明
1942	J.セジュールネ	ガラスを潤滑剤とするユジーン・セジュールネ式押し製管法発明

代を反映した輸送用鋼管と時代とともに用途も拡大してきた。これらの需要に
 対処して、各種の鋼管の製造が試みられ、継目無鋼管、溶接鋼管とも数多くの
 製法が発明された。

表1-1に各種製造法の発展過程を示す。

2. 鋼管製造法の分類

鋼管はその製造法により、

- (1) 継目無鋼管
- (2) 溶接鋼管

の2つに大別される。

継目無鋼管は中実の丸または角の鋼片または鋼塊をなんらかの方法で穿孔し
 た後、各種の圧延方式、押出方式あるいは押抜方式にて所定の製品寸法に仕上
 げられる。

一方、溶接鋼管はストリップミルまたは厚板ミルで圧延された鋼板をロール
 またはプレスで円筒形に成形した後、その継目を圧接または溶融溶接により接
 合して所定の寸法の管に仕上げられる。

これらの継目無鋼管および溶接鋼管の製造方式には、過去において数多くの
 方法が発明・改良されてきたが、現在広く一般に採用されている方式をまとめ
 ると、表1-2のとおりである。

表1-2 継目無鋼管および溶接鋼管の製造法

継目無鋼管の製造法		溶接鋼管の製造法	
ロール による 方法	マンネスマン・ブラグミル方式	圧接に よる方 法	電気抵抗溶接法 <ul style="list-style-type: none"> 高周波抵抗溶接法による場合 高周波誘導溶接法による場合
	マンネスマン・マンドレルミル方式		
	マンネスマン・アッセルミル方式		鍛接法
	マンネスマン・ビルガーミル方式		
プレス による 方法	ユジーン・セジュールネ方式	溶融溶 接によ る方法	ストレート・シーム溶接法
	エルハルト・ブッシュベンチ方式		<ul style="list-style-type: none"> UOプレス成形 (UOE) による場合 ケージロール成形 (CFE) による場合 ベンディングロール成形による場合 プレス成形による場合
			スパイラル・シーム溶接法
			イナート・ガス・アーク溶接法

なお、より高級な品質および寸法精度を得るため、上記の方式で製造された鋼管に冷間加工を加えることがある。この冷間仕上鋼管には、冷間圧延法と冷間引抜法がある。

(1) 継目無鋼管

継目無鋼管の製造法は、大別して表1-2に示したとおり、ロールによる傾斜圧延方式（マンネスマン方式）とプレス方式に分けられる。傾斜圧延方式は、傾斜圧延ロールにより丸鋼を穿孔し、各種の後続する圧延機で伸ばす方法である。この方式は大量生産が可能であるが、素材の加工性に対する要求が厳しく、主に炭素鋼、低合金鋼の製造に適している。

表1-3 日本における継目無製管設備の設置台数および製造可能範囲

	製管方式	台数	製造可能範囲
傾斜圧延方式	マンネスマン・プラグミル方式	3	27.2φ ←→ 426φ
	マンネスマン・マンドレルミル方式	5	25.4φ ←→ 426φ
	マンネスマン・アッセル方式	1	50.8φ ←→ 200φ
	マンネスマン・ピルガー方式	6	165.2φ ←→ 660φ
プレス方式	ユージー・セジュールネ方式	4	33.4φ ←→ 280φ
	エルハルト・プッシュベンチ方式	1	203.2φ ←→ 1117.6φ

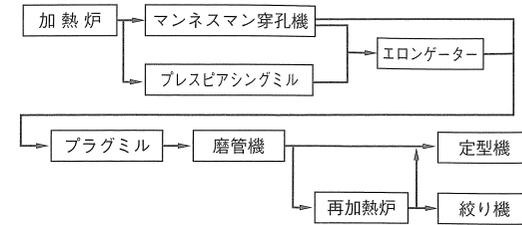
一方プレス方式は、丸鋼、角鋼片または鋼塊を穿孔プレスまたはボーリングにより穿孔し、プレスで押出す方式である。この方式は傾斜圧延方式に比べて能率は低いが、高合金鋼の製造に適している。これらはエロンゲーター（延伸機）の種類により、さらに細分化されている。表1-3に日本におけるこれら各種製管方式と製造可能外径範囲を示す。

(a) マンネスマン・プラグミル法

この方式はまず丸鋼片を加熱炉で加熱し、これをマンネスマン穿孔機にかけて中空素材（ホローシェル）とし、次いでほぼ所要の寸法に圧延し、磨管機で管の内外面を磨き、最後に定型機あるいは絞り機によって所要の外径肉厚に仕上げるものである。

プラグミル法の特徴としては、

- ① 製造可能範囲が寸法・品種面で広い。

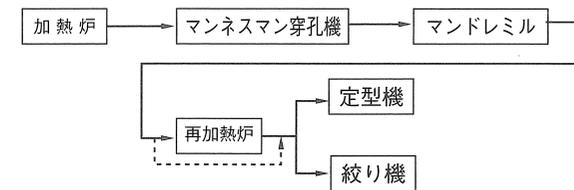


- ② 外径通常5 1/2" φ ~ 16" φ の中径管はプラグミル法が最も能率が高く大量生産に適している。
- ③ 低合金鋼から一部ステンレス鋼に至るまで製造が可能。
- ④ プラグミルでの圧延量が他のミルに比して小さいため、No. 2 ピアサーを用いない場合、最初のピアサーで薄肉穿孔が必要となる。これは内外面疵の発生に悪い影響を与える。
- ⑤ プラグミルでの圧延により内面筋の発生が起りやすい。

(b) マンネスマン・マンドレルミル法

マンネスマン穿孔機で穿孔された素管をマンドレルミルを用いて圧延する方法であり、小中径の継目無鋼管の大量生産設備として各社で用いられている。

マンドレルミルは図1-1に示すような数スタンドを有する連続2ロール圧延機である。



各ロールは円形カリバーを有し、このロールギャップ部の影響を打ち消し合うように互いに90°ずつ交叉して配置されている。穿孔された素管はマンドレルミ

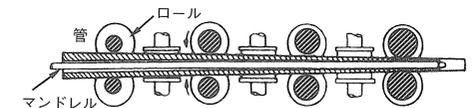


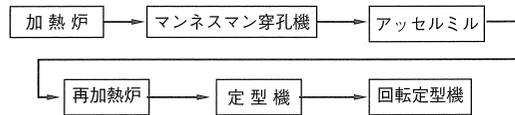
図1-1 マンドレルミル

ルに送られると、その中にきれいにみがかれ潤滑されたマンドレルが挿入され、マンドレルミルを通して圧延を受ける。マンドレルを挿入された素管はまず最初のスタンドで外径を絞って管の内面をマンドレルに密着させ、次の数スタンドの楕円形のカリバーのロールで肉厚を減少させ、最後のスタンドで真円形に仕上げられる。

マンドレルミルの特徴としては、

- ① 連続スタンドの圧延機で圧延ピッチが速く、また大きな加工を加えることが出来るので非常に能率が高い。
- ② 芯金となるマンドレルバーと共に圧延するために長尺材の圧延が可能であり、能率が良い。
- ③ 表面性状の良いマンドレル圧延を行うために管の内面性状が良く内筋等の発生も少ない。
- ④ マンドレルミルでの肉厚圧下量がプラグミルに比し大きいので素管の偏肉が修正されやすい。
- ⑤ 寸法範囲では小径サイズの製品が主体である。肉厚が極度に厚くなると断面形状が悪くなる。
- ⑥ ピアサーを除いては、プラグ交換などなく手作業が少ないので自動化がはかりやすい。また、マンドレルバーは複数本数を循環して使用するため、手作業が少なく自動化がはかり易い。

(c) マンネスマン・アッセルミル法



この方式は、マンネスマン穿孔機が穿孔された素管をアッセルミルによって圧延するプロセスである。アッセルミルは、プラグミル方式におけるプラグミルと磨管機の両方の効果を兼ねそなえたもので、肉厚寸法を精度よく減少させることができる。

アッセルミルでは穿孔機で穿孔された素管の中にマンドレルが差し込まれ、3本のロールによってスパイラル状の回転前進を受けつつ、ロールと

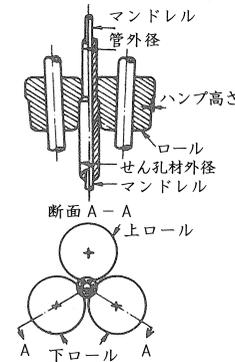


図1-2 アッセルミル

マンドレルの間で圧延されて所要の寸法に仕上げられる(図1-2)。

圧延を終わった管はマンドレルを抜かれて定型機により所要の外径に仕上げられる。

アッセルミル法の特徴としては、

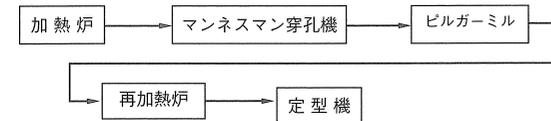
- ① 小径肉厚鋼管を寸法精度よく製造することが出来る。外径はロータリサイザーで精度よく仕上げられ±0.5%の精度にはいる。肉厚はアッセルミルで偏肉修正され、肉厚公差も±5~7.5%の寸法が得られる。
- ② 仕上管の内外面性状がよい。特に内面は研

摩されたマンドレル上で圧延され潤滑条件も良いので、良好な製品の製造が出来る。

- ③ 自動化が可能である。プラグミルでのプラグ交換のような、機側入力操作が少いためコントロールデスクからの自動運転が可能となる。

(d) マンネスマン・ピルガーミル法

ピルガーミルは、図1-3に示すような特殊なカリバーを持つロールと管内に挿入されたマンドレルの間で所定の厚さに圧延するものである。



マンドレルを入れた管はロールの回転によって、まずb部で噛み込み、c部で大体の厚さに圧延し、d部でみがき仕上げを行なう。ロールが1回転するとカリバーの遊びの部分(a部)がきて、管はロールに対して自由になる。マンドレルは水圧機により絶えず矢印の方向に押しつけられているので、ロールの遊びの部分のところで、一気に母管を一定距離だけ右方に移動し、次に

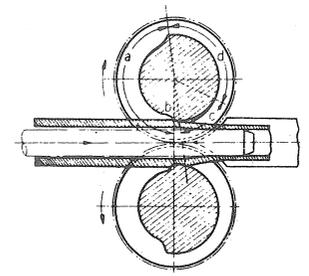


図1-3 ピルガーミル