

6. 冷間加工

熱間圧延または熱間押しによつて製造された継目無し
の素管または溶接素管は、必要に応じてさらに冷間加工
を施して仕上げる事が多い。冷間仕上を必要とする
場合の理由は、

- ①管の内外面の仕上りがより平滑さを要するとき。
 - ②管の外径、肉厚の寸法精度が熱間仕上で不十分なとき。
 - ③冶金学的に性質および組織などの点から冷間加工の必要
なとき。
 - ④機械的性質などの要求から、冷間加工による加工硬化が
必要なとき。
 - ⑤細径または薄肉で、熱間仕上げ、あるいは溶接法では製造
できないとき。
 - ⑥少量多品種で、熱間圧延や溶接法のごとき、大量生産方式では
コスト高となるとき。
- などである。管の冷間仕上の方法としては、普通冷間引
拔が用いられるが、冷間圧延を行なっているところもある。

6.1 冷間引抜き設備

6.1.1 抽伸機

現在、わが国で用いられているものは、鎖式抽伸機、
水圧抽伸機である。表6.1に工場別の現有設備を示す。

A. 鎖式抽伸機 管の口絞り部をはさみ車でつかん
で、はさみ車のフックを一定速度で回転するエンドレス
のチェーンにひっかけて引抜くものであり、抽伸機には
1本引きないし3本引きのものがある。牽引力は普通
50t程度までが多い。3本引抽伸機を写真6.1に示す。

B. 水圧抽伸機 大径管用としては水圧抽伸が用い
られている。容量は、100~500t程度であり、引抜速度
はおそいが速度調整が自由で便利である。

表 6.1 抽 伸 機 一 覧

工場名	製作会社名	型 式	主電動機 出力(kW)× 基数×交直	牽引力 (t)	最大引 抜長さ (m)	引抜速度 (m/min)		製作範囲				能 力 (t/ hr)	台 数	備 考
						外 径 (mm)		肉 厚 (mm)						
						最小	最大	最小	最大					
N-5	黒板商店	鎖式二連	150×1 A.C.	30	9	7.8	11.1	6	15.0	1	15	1	2	
"	安治川製作所	" 単	"	15	9	1.0	10.0	6	80	1	11	1	1	
"	小野田製作所	" "	37.5×1 D.C.	15	15	1.6	20.1	6	80	1	11	1	1	
"	ブローノックス 石川島重工	" "	225×1 D.C.	68	15	4.0	31.5	6	250	1	25	3.9	1	3本引, ド ラム回転型
P-1	桜田機械	鎖式単	50×1 A.C.	60	7	4.8	9.6	25	130	2	10	1.0	2	
"	"	" 二連	50×1 A.C.	30	7	7.0	16.0	15	70	1	5	0.5	2	
"	自家製	" 三連	75×1 A.C.	15	6	—	15.0	10	30	0.5	3	0.3	1	
"	"	" 二連	15×1 A.C.	10	6	—	18.0	5	25	0.5	3	0.2	2	
S-2	小松製作所	水圧単	240×1 A.C.	100	10	—	7.2	50	160	2	20	1.5	1	水圧ポンプ 付
S-3	小松製作所	鎖式二連	75×1 A.C.	17	7.3	11	16	6	114.3	0.8	4.5	1.5	2	
S-5	田中機械	鎖式二連	150×1 A.C.	17.5	14	—	9.0	3	45	0.5	10	1.3	2	
"	"	" "		17.5	12	—	15.0	3	45	0.5	10	1.3	4	
"	"	" 単		25	10	—	7.5	3	70	0.5	12	1.6	1	
"	エトナ	" "	200× A.C.	.45	17	—	22.5	3	80	1.0	12	2.5	1	2マンドレ ル可変速
"	自家製	水圧"	70 kg/cm ² 水圧	120	7	—	4	25	120	1.0	15	1.4	1	
"	"	" "	"	200	8	—	4	50	170	1.0	17	1.5	1	
"	"	" "	"	500	7	—	3	100	500	5.0	50	1.6	1	
Y-1	日本鉄工	鎖式単	22×1 A.C.	5	10	7.5	15.0	6	30	0.7	6	0.09	1	シンギング 専用
"	自家製	" 二連	75×1 A.C.	23.4	8	9.5	14.0	6	114	0.7	10	0.95	2	
"	"	" 二連	75×1 A.C.	31.3	8	7.0	14.0	6	114	0.7	10	0.95	2	
"	日本鉄工	" 二連	150×1 A.C.	64.5	13.5	7.0	14.0	6	90	0.7	10	0.95	2	
"	石川島重工	" 単	225×1 A.C.	88.5	13.5	15.0	30.0	18	164	1	18	0.5	1	

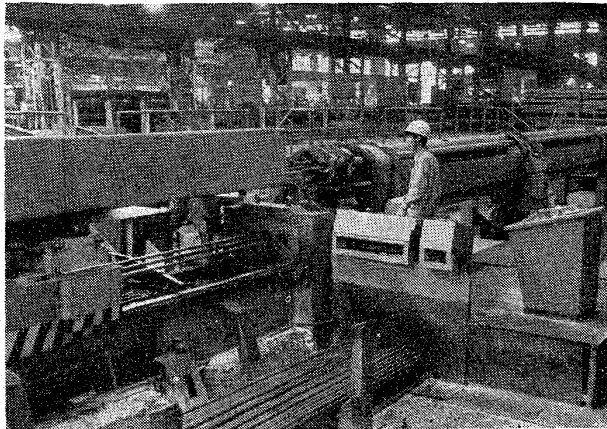


写真 6.1 3 本 引 抽 伸 機

C. 抽伸設備の進歩

(a) 引抜速度の上昇 従来 15 m/min くらいであつたものが 30 m/min 位まで上昇している。新設備では可変速のものが多い。

(b) はさみ車の自動戻りと戻り速度の上昇 以前は人力ではさみ車を戻していたものが、ワイヤー、チェーンを利用して戻し、その速度も 100 m/min 程度になっている。

(c) チャッキングとフッキングの改良 はさみ車が自動的に管をつかむと同時に、フックがチェーンに自動的にかかるくふうがなされている。

(d) 2本引または3本引の実現

(e) 管の取扱い装置の能率化

引抜作業が行なわれている間に、次に引く管をマンドレルロッドの上に通しておき、前の管の引抜きが終ればはさみ車が戻ってきて、ただちに次の管を引抜くようにしたもので、棹を2本交互に傾斜して管を通すシーソー型、または回転して使うドラム型などが用いられている。

6.1.2 冷間圧延機 (コールドピルガー)

これは円周にそつて次第に細くなつた溝をもつ一組のロールで、管をマンドレルの上でくりかえし圧延する方法で、原理的には熱間のピルガーミルと変らない。この方法の特徴は、

圧延加工であつて1パスで大きな減面率を与えることができる、冷間加工性の悪い材料でも加工できる、中間焼鈍の回数が減少し、軟化および洗滌の工数が省ける、素管の偏肉を矯正できる、小径厚肉管も加工できる、などであるが、欠点としては、

生産能率が低い、ロールダイスの製作が難かしくコスト高となる、段取替、機械の調整に時間と熟練を要する。

などである。表6.2にS-1工場の冷間圧延機の諸元を写真6.2に示す。

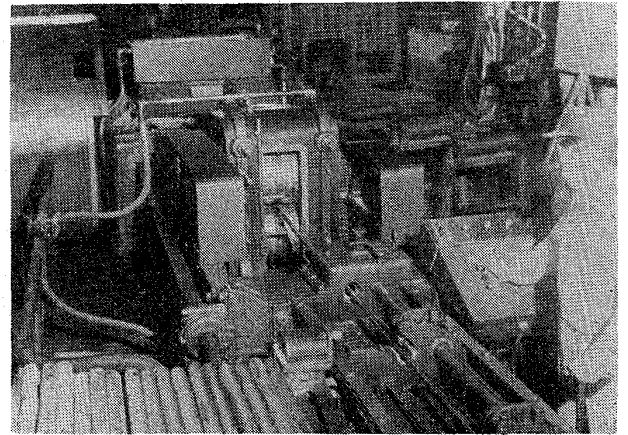


写真 6.2 冷間圧延機 (S-5)

6.1.3 特殊設備、マンドレルドロース設備

マンドレル引抜法は長尺のマンドレルを管内全長に装入し管とともに引抜く方法である。プラグ引抜にくらべて内面仕上りは平滑であり、大きな加工度がかけられる長所があるが、一方、マンドレル取出しのためにリーラーにかける工程が必要である。長尺マンドレルの工具費がかさむなどの欠点があるが、特殊品種には有効な方式である。表6.3にこの設備の概要を示した。

6.1.4 加工工具

冷間加工においては、使用する工具の材質と形状はきわめて重要で、仕上がった管の表面状況や1回にかけ得るリダクションはこれで大いに左右される。

表 6.2 冷 間 圧 延 機 諸 元 (S-5)

工場名	製作会社名	主電動機 出力(kW) × 基数 × 交直	ロール 直径 (mm)	ストローク数 (回/min)		送 り (mm/rev)		製 作 範 囲			能力 (t/hr)	台 数
				最小	最大	最小	最大	最大素管径 (mm)	最大素管長 (m)	最大仕上管長 (m)		
S-5	メーア	37.5 × 1 D. C.	360	80	120	2	10	65	5	20	0.05	1
"	"	75 × 1 D. C.	"	20	180	"	"	"	"	"	"	1

表 6.3 特殊設備 (マンドレル・ドロ)

工場名	設備名称	製作会社名	構成設備			製作範囲				能力 (t/hr)	加工目的
			設備名	型式	主電動機 出力(kW)× 基数×交直	外径 (mm)		肉厚 (mm)			
						最小	最大	最小	最大		
S-5	マンドレルドロ設備	自社製	抽伸機 リーラー ストリッパー	一連鎖式 横型対向ロール 一連鎖式	40×1 A.C. 20×1 A.C. 12×4 A.C.	10	30	0.5	3	0.05	薄肉, 小径 管の加工

ダイスと芯金の組合わせは大別して、R型ダイスとストレート・プラグ、ラップ型ダイスと玉芯金となる。前者は芯金にかかる力が比較的小さく、芯金棒が伸縮してもダイスと芯金の間隔が変わらず、作業が安定しリダクションも大きくかけられる。後者は芯金のR部

で管内面を圧延するので、内面が美しく仕上がる。

工具の材質は、炭素工具鋼またはWC系の焼結合金が普通であり、炭素工具鋼は加工、研磨仕上げ後焼入れしてHs=70~80くらいとし、クロームメッキをすると品質、耐久度はさらに向上する。

表 6.4 加工工具

設備名	工具名	工場名	型式	材質	表面処理	製作会社名	加工寸法範囲 (mm)		加工材料
							最小	最大	
抽伸機	ダイス	N-5	R型, ラップ型	炭素鋼 焼結合金	クローム鍍金	自社 住友電工 富士ダイス	6	250	特, 普 普, 特
		P-1	R型, ラップ型	焼結合金		住友電工	5	100	普
		S-3	R型	炭素鋼 焼結合金		自社 住友電工	6	130	普 "
		S-5	R型, ラップ型	炭素鋼 合金鋼 焼結合金		自社 "	50	500	普, 特 "
		Y-1	R型, ラップ型	炭素鋼 焼結合金		住友電工 自社 住友電工 富士ダイス	5 6 "	100 168 "	普, 特, 不 普, 特, 不 "
		機	プラグ	N-5		ストレート, テーパー	炭素鋼 焼結合金	クローム鍍金	自社 住友電工 富士ダイス
P-1	ストレート, 玉			焼結合金	住友電工	5	100		普
S-3	ストレート			炭素鋼 焼結合金	自社 住友電工	6	130		普 "
S-5	ストレート			炭素鋼 合金鋼 焼結合金	自社 "	10	450		普, 特(不) "
Y-1	玉, ストレート			炭素鋼 焼結合金	住友電工 自社 住友電工 富士ダイス	10 22 "	70 168 "		普, 特, 不 普, 特, 不 "
冷間 圧延機	ダイス マンドレル			S-5	テーパーロール ダイス	合金鋼			自社
		S-5	テーパー	"	"	"		"	"
特殊設備	マンドレルドロ用マンドレル	S-5		合金鋼		自社	5	20	(特), 不

(注) 普: 普通鋼, 特: 特殊鋼, 不: 不銹鋼, () 稀

焼結合金は炭素鋼にくらべてはるかにすぐれている。各社の加工工具使用状況を表 6.4 にまとめた。

み車でつかむことができるよう口絞を行なわねばならない。

6.2 口 絞 設 備

6.2.1 口 絞 設 備

管を引抜くためには、管の先端をダイスを通してはさ

これは一般に管片端を加熱して、ハンマー（エアーハンマーまたはクイックハンマー）で管をまわしながらたたきつぶす方法がとられているが、この方法は口絞部の寸法の均一性、正確度がなく、またスケールが付着する

表 6.5 口 絞 り 設 備

工場名	製作会社名	型 式	冷間熱間別	主電動機 出力(kW) ×基数×交直	製作範囲				タップまたはダイス		能力 (本/hr)	台数	加熱型式	
					外径 (mm)		肉厚 (mm)		一組 ストローク 数 (min)	叩き回 数 (回/mn)				
					最小	最大	最小	最大						
N-5	ダット工場	ロータリーステージ	熱間	30×1A.C.	20	70	2	7	2	5	2,900	150	1	ガス炉
"	不明(ドイツ製)	エアハンマー	"	7.5×1A.C.	6	100	2	10	2	200	100	60	1	"
"	山洋金属	ロール式	"	3.75×1A.C.	6	20	1	5	2	—	—	20	1	"
P-1	—	クイックハンマー	熱間	10×1A.C.	15	130	1	10	4	10	600	100	1	重油炉
"	吉田記念鉄工	ロータリーステージ	冷間	7.5×1A.C.	5	15	0.5	20	1	2	600	100	1	—
S-5	田中機械	クイックハンマー	熱間	27×1A.C.	10	100	1	10	2	10	600	100	4	重油炉
"	スチュアート(英)	ロータリーステージ	冷間	30×1A.C.	20	100	1	7	4	10	220	150	1	—
"	吉田記念鉄工	"	"	10×1A.C.	6	30	1	2.5	2	2	1,500	120	1	—
"	自家製	エアハンマー	熱間	(工場空圧)	65	170	4.5	20	2	570	100	10	1	重油炉
Y-1	ダット工場	ロータリーステージ	熱間	30×1A.C.	20	100	2	10	2	—	—	100	1	重油炉
"	関機械	クイックハンマー	"	22×1A.C.	15	165	0.7	18	2	300	140	60	1	"

表 6.6 口 絞 り 形 状

会社名	口絞形状名称	形式略図	最大絞り率 (外径比) d/D×100 (%)	絞り部長さ (mm)	適用寸法範囲 (mm)		冷熱間の区分
					最大外径	最大肉厚	
N-5	径絞り形		60	200	70	7	熱間
	折りたたみ形		75	200	100	10	熱間
P-1	ローソク型		50	100~250	130	10	熱間
					15	2	冷間
S-5	ローソク型		70	300	165	19.5	熱間
					200	10	熱間
					180	5	冷熱間
Y-1	径絞り形		57	140~220	140	10	熱間
					48	168	

と管先端がつまつて、酸洗の場合管内の空気がぬけないという欠点もある。

表6.5は現在用いられている口絞設備の一覧であるが、最近ではロータリースクエージャーが使われるようになってきた。これは管は回転せずにハンマーが管の周囲を叩きながらまわる方式である。

6.2.2 口絞形状

上記のごとき口絞機によつて行なう。口絞の形状は表6.6のごとくで、いずれの社においても絞部外形は素管径の70%程度、長さは200mm程度である。

形状はみなローソク型といえるものであるが、これを折たたみ式で行なうか径絞り型で行なうかの差がある。

この口絞部は製管歩留に直接響くものであるから、大径管の場合は口絞をしてチャッキングをする方法とはならず、管端を徳利状に絞つて中側に引手を入れて引抜を行なう方法をとる。

6.3 酸洗脱脂

熱間仕上の素管や、中間焼鈍を行なつた管は、表面にスケールが付着しており、このまま引抜を行なうとダイスや芯金を傷つけ、仕上管の内外面に疵をつけてしまうので、引抜作業前にはかならず酸洗を行なう。

普通鋼、低合金鋼に対しては、5~10%の硫酸を50~80°Cで用いており、これに抑制剤(インヒビター)を併用しているが、不銹鋼に対しては、10%硝酸にフッ酸を約2%加えて50~60°Cで用いている。

最近では酸を用いるかわりに溶解アルカリのバスで脱スケールを行なうことがはじめられているが、わが国ではまだ用いられていない。

脱脂法には、溶剤洗滌、エマルジョン洗滌、アルカリ洗滌などがあるが、現在はアルカリ洗滌が一般に行なわれており、苛性ソーダやオルソ硅酸ソーダなどが用いられている。(表6.7参照)

6.4 潤滑、表面処理

引抜加工においては、管とダイスの間または管と芯金の間の摩擦をへらすことにより管と工具との間の焼付きを防ぐとともに、他方では1回の断面減少率を大きくとり得ることを利用して、生産能率の向上を計ることができる。したがって、適切な潤滑剤を用いることはきわめて重要なことである。管の引抜のさいの潤滑剤は普通、油、脂肪および石鹼の水溶液またはエマルジョンを用いている。

普通鋼の場合は、酸洗後、稀塩酸により錆出しを行な

表6.7 酸洗脱脂および油洗脱脂の条件

工場名	洗浄種類	対象鋼種	薬品の種類および濃度(重量)		温度(°C)	時間(min)	槽の構造	製作会社名	槽数	幅×長さ	備考
			主薬品	添加剤							
N-5	酸洗	普, 特	H ₂ SO ₄ (5%)		70	10~30	鋼板製鉛張	北条鉄工	2	1×15	
P-1	酸洗	普	H ₂ SO ₄ (8%)		70~80	10~20	耐酸煉瓦積	自 社 製	1	0.7×7	
S-5	酸洗	普, 特	H ₂ SO ₄ (8~10%)	イピット (0.1%)	45~55	30~60	槽	自 社 製	5	1.8×15	ガラス除去用
	"	ス	HNO ₃ 10% HF 2%		50~60	15~20	鉄板製塩化ビニール張	大同鉛化工	4	1×15	
	"	普, 特, ス	HF (8~10%)		"	30~90	鉄板製硬質ビニール張	"	2	1×16	
	脂脱	普, 特, ス	H ₂ SO ₄ (5%)	ホメザリン (0.3%)	80~85	30~40	鉄板	一誠工作	4	1×15	
	中和	普, 特	Na ₂ O·2SiO ₂ (3%) NaCO ₃ (0.6~1%)		80~90	120~180	"	自 社 製	3	1×15	
Y-1	酸洗	普, 特	H ₂ SO (10~15%)	テキノール (0.1%)	40~60	30~40	鉄板製人造ゴム張	極東ゴム	5	0.8×11.5	
	"	ス	HNO ₃ (10~15%) HF (2~2.5%)	ニシロゲン PC 6%	40~60	40~60	鉄板製サラン張	"	2	0.7×11.5	
	脂脱	ス	NaOH (1%)		40~60	10~20	鉄板製	自 社 製	1	0.8×11.5	

(注) 普: 普通鋼, 特: 特殊鋼, ス: ステンレス鋼

つてから引抜油に浸漬して引抜きを行なう。これは鑄出しによつて作られた鑄が引抜油をたくわえる働きをなすと考えられ、一種の表面処理である。

さらに重要な表面処理法は、磷酸塩被覆法であり、商品名からパーカライジングまたはボンデライジングなどとよばれている。

これは元来鋼の防銹処理または塗装の下地として発達したものであるが、その金属密着性と適当な粗度が潤滑剤としてすぐれていることが認められたものである。

この潤滑方法は図6.1のごとく三重層が形成されて皮膜は第二磷酸亜鉛の結晶からなり、(ステンレスの場合は硫酸塩皮膜を用いる)これが多孔質なので、皮膜のない場合に比べて潤滑剤を多く(約13倍)保持でき、皮膜が無機充填剤となつて、加工中に発生する熱によつて化学的に変化せず、金属同志の接触を防止する。

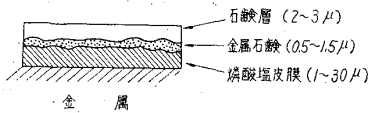


図 6.1 ボンデライト, ボンダリウベの組合わせによる滑潤層

一方、皮膜と化学反応によつて生成される金属石鹼は摩擦係数がきわめて少ない。

これらのことによつて、加工圧力、加工速度の上昇ができる磷酸塩皮膜、金属石鹼を生成せしめる処理工程の例を表6.8に示す。

表 6.8 潤滑 処 理 工 程 例

工 程	使用薬品名	処理温度 (°C)	処理時間 (min)
1 脱 脂	パーコクリーナー	常温~90	
2 水 洗			
3 酸 洗	硫酸, 塩酸その他		
4 水 洗			
5 皮膜処理	ボンデライト	常温~80	0.5~1.0
	フェルボンド	50~95	3~15
	そ の 他	70~100	5~15
6 水 洗			
7 中 和	パーコレン	常温~70	1
8 潤滑処理	ボンダリユーベ	50~80	1

現在各社で用いている潤滑剤についての一覧を表6.9にまとめてある。

表 6.9 潤 滑 剤 の 種 類

工場名	加工法	潤滑剤名	種 類	潤滑機構	濃度 (%)	温 度 (°C)	処理方法	製造会社名	対象鋼種
N-5	引 抜 き	ボンデライト ストロール R2	鉍物性	物理的	33	40	浸漬	共 英 油 化	普, 特,
P-1	引 抜 き	ボンデライト ボンダリユーベ	鉍物性	化学的	5	80	浸漬	日本パーカライジング	普
S-5	引 抜 き	フェルボンド ボンダリユーベ	鉍物性	化学的	5	80~90	浸漬	日本パーカライジング	ス
		111 QD×JI	合 成	物理的	—	常 温	塗布	ハングスターファー	ス
	冷間圧延	ボンデライト ボンダリユーベ	鉍物性	化学的	6	70~90	浸漬	日本パーカライジング	普, 特
		塩酸鍍付けストロール	"	物理的	—	常 温	"	"	普
Y-1	引 抜 き	フェルボンド ボンダリユーベ	"	化学的	5	80~90	"	日本パーカライジング	ス
		ボンデライト 181× ストロール Bs	鉍物性+ 植 物 性	化学的	6	70~85	浸漬	共 英 油 化	普, 特
		フェルボンド A ストロール K4MS	鉍物性	"	5	80~90	"	"	特, ス