

4. 溶 接 鋼 管

4.1 帯 鋼 処 理

熱間圧延により製造された帯鋼を使用して造管するにあたり、現在広く一般に設備されている電気抵抗溶接法の場合は、必ずデスケールしなければならない。また帯鋼幅はスリッティングして各種管寸法に見合った幅に整えて造管する。

なお管種により機械的性質に制限を受けたり、肉厚の精度を向上させたり、肌の粗さを向上させたりするために、冷間圧延あるいはスキン・パスなどの加工を行なう場合がある。

4.1.1 帯鋼処理工程

各工場により多少の差違はあるが、基本方式から分類すると大要図 4.1 のごとくなる。

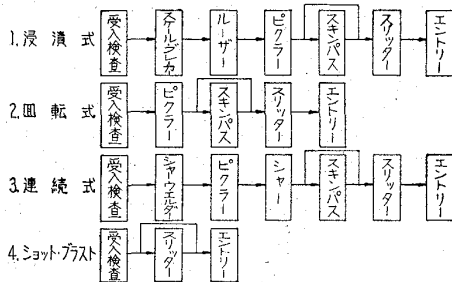


図 4.1 帯鋼処理工程

4.1.2 受 入 れ 検 査

帯鋼の受入検査については種々問題がある。長尺を巻いたものであること、重量物であることなどの関係上取扱いに困難であつて、各工場においては鋼番・入荷・使用などの単位ごとに巻数に関する抜取検査を行なつてお

り、あるいは全く行なわずに帯鋼製造工場と密接な連絡をとっている工場もある。

抜取試料を検査するにしても、コイルのままで外観、寸法などチェックする程度である。したがつて帯鋼処理工程ないしエントリー工程中随所で全長にわたるチェックを実施するケースが多い。

4.1.3 スリッティング

ミルエッジの帯鋼から数条ないし十数条のスリット品をシャーする工程である。

A 設備 ロータリー・シャーで必要に応じ何組かのディスクッターを組合せてシャーする。前後にアン・コイラーおよびリ・コイラーを設置している。スリッターの一例を写真 4.1 (N-4 工場) に示す。

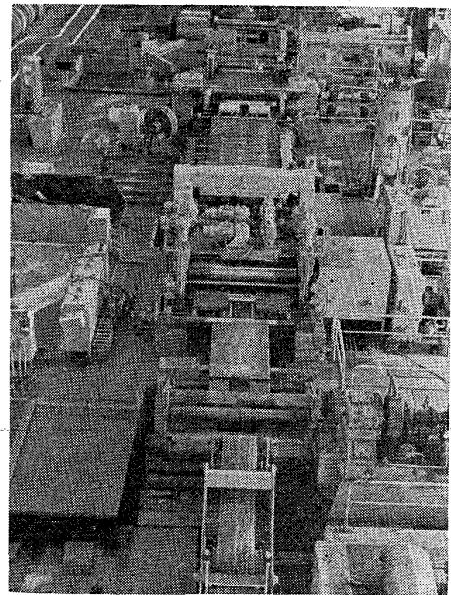


写真 4.1 スリッター (N-4 工場)

表 4.1 管寸法と帯幅 (配管用鋼管の例)

(単位 mm)

| 工場 管寸法 | F-1 | F-2 | K | N-3 | N-4 | P-1 | P-2 | S-3 | S-4 | T | Y-2 | Y-3 |
|-----------|-------------|---------|---------|-------|-------|----------------------|-----------------|-----------------|------------------------------|---------------|-----------------|--------------------------------|
| 15A | — | 66/— | 64.5/— | 85/— | 66/— | 65/64, 64.5 | 65/64 | 66/ 65.5 | — | 70/ 64.5 | 66.9/ 66.4 | — |
| 25A | — | 103/— | 103/— | 130/— | 104/— | 103.5/ 102.5, 103 | 103.5/ 102.5 | 104/ 103.5 | — | 104/ 102.5 | 104.7/ 104.2 | — |
| 50A | 188/ 187 | 186.5/— | 185.2/— | 227/— | 186/— | 190/188.2, 188.7 | 186.5/ 185.5 | 187.5/ 186.5 | — | 188/ 186.5 | 186.3/ 185.8 | — |
| 100A | 356/ 355 | — | 355.5/— | — | 356/— | — | 356/— | 356.5/ 355.5 | — | — | — | 357.2/ (*375/ 357.7 (357.2) |
| 200A | — | — | — | (鍛接) | — | — | — | — | 680.5/ (*697/ 680 (680.5) | — | — | *695/675.5 |
| 300A | — | — | — | — | — | — | — | — | 999.5/ (*101.8 999/999.5) | — | — | *1025/1003.3 |

注 スリット巾/スカーフイング巾 * 印 ミルエッジ/サイドトリミング巾

またミルエッジを取り除くためにサイド・トリマーをエントリー工程に入れる場合もある。これは主として比較的中径・大径の管を造管する場合である。

B 管寸法と帯幅 帯鋼は各種管寸法にしたがい適当な幅にスリッティングして使用するが、幅の決定には次の基本式を用いる。

$$W_1 = \pi D + \alpha \dots\dots\dots (1)$$

$$W_2 = \pi (D - t) + \beta \dots\dots\dots (2)$$

ここに W_1, W_2 : 帯幅

D : 管の外径

t : 管の肉厚

α, β : 補正常数

各工場により (1) あるいは (2) のいずれかを採用し、補正值に関してはそれぞれさらに修正の上使用している。同一寸法の管を製造するにしても溶接時のアップセット代そのほかにより、帯幅はわずかの相違を示している。表 4.1 に各工場の実例を示す。

4.1.4 表面処理

高周波電気溶接 (抵抗または誘導) 酸素・アセチレン溶接などの場合、帯鋼は必ずしもデスクーリングを要しないのであるが、低周波電気抵抗溶接の場合には必ずスケールを除去しなければならない。

デスクーリングの方法としては往時より酸洗が一般に広く行なわれてきている。最近になつて中径管の製造とあいまつてショットブラスティングが米国から導入され、国産のものなどとともに数工場において稼動している。

A 酸洗

(a) 設備 酸液を満した槽と帯鋼を操作する運搬設備とから成り、ルーズにした帯鋼を浸漬して液を攪拌するかあるいは帯鋼を回転して酸洗を行なう。また帯鋼

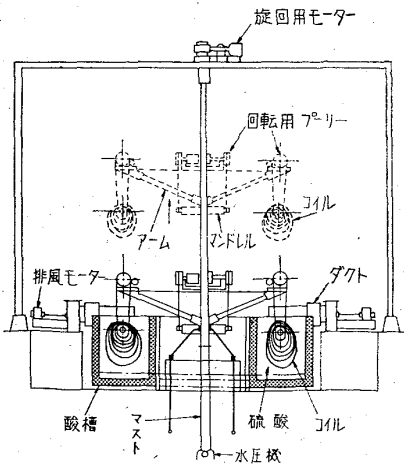


図 4.2 ロータリー・マストタイプピックラー

をほどいて長い槽の中を走らせて行なう方法もある。帯鋼の大小、設備の大小などによつて各種の方式がとられている。

① ロータリー・マスト式 (S-3工場) を図 4.2 に示す。

1本のマストを中必に 90° ごとに 3 個の槽を設置し、残りの 1 個所で帯鋼のチャージ、ディスチャージを行なうものである。3 槽のうち 2 槽は濃淡の酸液を満し他の 1 槽を湯洗に用いる。マストには上下にスライドしたり回転したりする 4 本のアームがあつて、あらかじめルーズにした帯鋼を吊り上げ、90° づつ回転しながら上下してサイクルを完了する。能力は約 10,000 t/月 と称せられる。

② 回転式 (P-1, S-3 工場) を図 4.3 に示す。

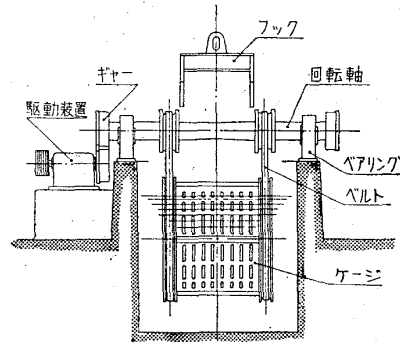


図 4.3 回転式ピックラー

これはオーストリーのルトナー社の特許であつてルトナー式と呼ばれる。2 mφ 以上幅 1 m 以上の鉄板製ドラム型ケージにタイトのまま帯鋼を数個以上装入し、2本のゴムベルトで懸垂して酸槽に浸漬の上ベルトをかけたシャフトを回転してドラム・ケージを回転する。その回転方向と帯鋼の巻方向との関係によつて内部の帯鋼をルーズにしたりタイトにしたりする作業を交互に繰返す間に酸洗される。槽は 4~5 槽で内 2 個は濃淡の酸槽、他は水洗、エマルジョン槽になつている。配置は直列に並び、ケージは回転軸ごとクレーンで操作する。また各槽ごとに回転軸受、駆動装置が設置されている。能力は約 4,000 t/月 程度である。

③ 連続式 (K 工場)

この方式では非常に長い槽を用い、その前後にウェルダおよびシャークカットオフ装置を設け、帯鋼をピンチ・ロールによりエンドレスに槽中を走らせて酸洗する。カットオフ後はリコイラーで巻きとりスリッター・ラインないしはエントリーに送るのである。広幅帯に適しており能力は 50,000 t/月 と称する。酸槽は濃淡を段階的に配置し最後にドライヤーで乾燥の上防錆する。

(b) 技術事項 酸洗においては酸液の濃度が問題と

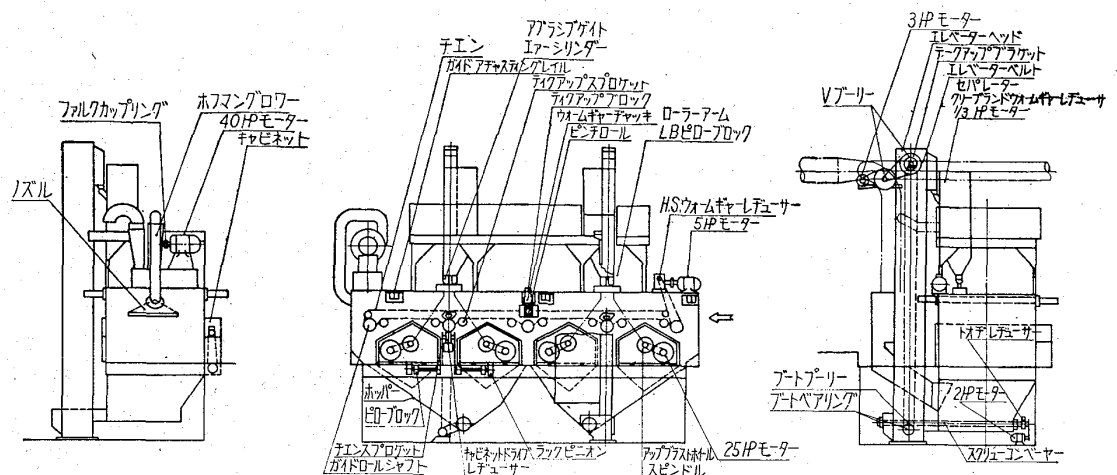
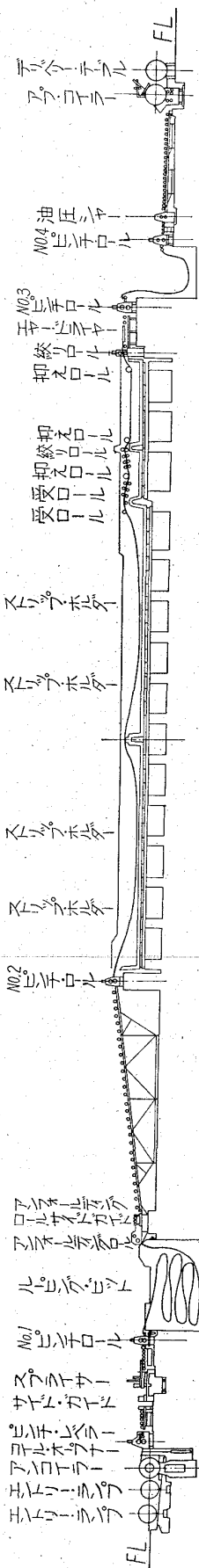


図 4.5 ショット・ブラスター (米国パングボーン社製) (Y-3)

なる。1槽式の場合で H_2SO_4 5% 前後, 2槽式で15~20%と5%前後となっている。濃淡2槽を使用することにより原単位の低減ができる。19 kg/t が 14.5 kg/t に下つた S-3 工場の例がある。

回転式以外の方式ではスケール・ブレイカー, レベラーないしはショット・ブラスターなどにより機械的にスケールを破壊し, 酸洗時間の短縮を計っており, S-3 工場の報告で15~30%短縮の例がある。

酸洗ではオーバーピクリングが問題で通常インヒビターを使用する。また P-2, S-3 工場では水溶性切削油を微量酸液に添加して, 酸洗時間の短縮・抑制効果, 防錆を同時に行ない得るとしている。

B ショット・ブラスト (図 4.5) 昭和33年 Y-3 工場が米国から購入, 操業を開始した方式であつて, 現在 N-4, S-4, Y-2 各工場においても輸入機・国産機が稼動している。

この方式はショットを帯鋼表面に打ちつけて機械的にデスクレーリングを行なうものである。

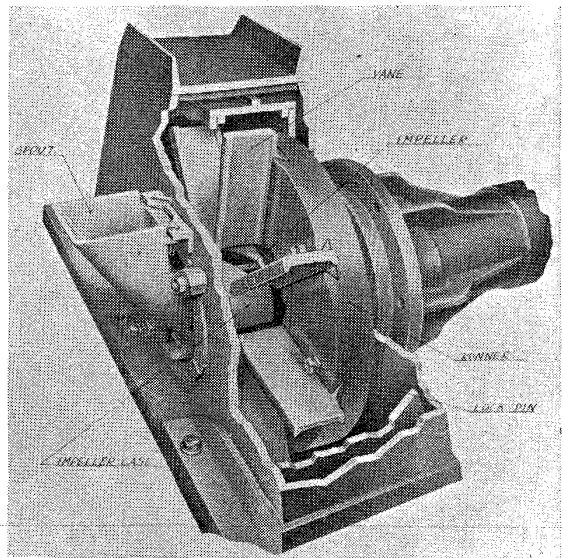


写真 4.2

(a) 設備構造を大別すると次の3主要部分になる。

- ① ロート・ブラスト・ユニット 写真 4.2
 - ② アブラシブ・セパレーター
 - ③ ダスト・コレクター
- ブラスター入口, 出口にはゴム製ピンチ・ロールがあつて帯鋼の引き入れ送り出しを行なう。その中間にロート・ブラスター・ユニットが帯鋼パスラインの両側に2台ずつあり, ショットを帯鋼下面の両エッジ付近に噴射する。帯鋼そのほかに当つたショットは剥離したスケールなどととも下方のホッパーに集積し, スクリューコンベアによつてエレベーターに送られ上方に運ばれる。エレベーターはエンドレス・バケットが用いられる。
- 上方に運ばれたショットはアブラシブセパレーターに入り, 粒度の小さくなつたショットそのほかの異物が取り除かれ, 良いショットのみロートブラストユニットに

送られた。ブラスター出口にはブロワーがあつて帯鋼表面にのつたショットなどを吹き落す。

セパレーターで分離された不良ショットあるいはスケールなどの異物はダスト・コレクターに吸い取られる。ダスト・コレクターには多数の布製フィルターバッグが吊してあつて、これを通して浄化された空気は排出され、バック内に残つたダストはバイブレーターで下方に集積しホッパーから回収する。

これ等の操作はテーブルによりリモート・コントロールできるようになつている。

(b) 技術事項 ショット・ブラスト法が採用された第一の理由はデスクールに要する費用が安価な点である。Y-3工場では当初(昭和33年~35年)米国のパングボーン社製のスチール・ショットを使用していたが、国産トルースチール・ショットとの実用試験を行ない、国産ショットへの切換えにより原単位をさらに低くするという結論に達し、その後設置されたY-2工場では最初から国産機に国産ショットを使用している。比較試験の結果は表4.2に示すとおりである。

表 4.2 ショット原単位 (Y-3 工場)

| ショットの種類 | 時間当りの消費量 kg/hr |
|---------------|-------------------|
| パングボーン製ショット | 9.83 |
| 国産トルースチールショット | 7.48 |

時間当りの消費量は表4.3のY-2, Y-3の実績(昭和37年)に示すように製管寸法にかかわらずほぼ一定になる。

表 4.3 寸法別のショット原単位 (Y-2, Y-3)

| 製管寸法 | トン当りのショット消費量 kg/t | 時間当りのショット消費量 kg/hr |
|------|----------------------|-----------------------|
| 150A | 0.25 | 6.43 |
| 25A | 1.47 | 6.05 |

また一般にショット・ブラストは小径管や薄肉管の帯鋼処理には不向きといわれてきたがY-2では最小径21.7mm最小肉厚1.2mmの帯鋼まで異常なく研掃しうることを実証した。

C 冷間加工(写真4.3参照) 構造用鋼管などで機械的性質を整える必要がある場合、肉厚を揃える場合、

表 4.4 スキンパスの目的 (S-3 工場)

| 管用途 | 目的 | 圧下率 (%) |
|-----------|--------------------------|---------|
| プロペラ・シャフト | 機械的性質の向上, 肉厚を揃える | 2~4 |
| 自転車管 | 機械的性質の向上, 表面肌の向上, 肉厚を揃える | 4~6 |

肌の状態を向上させる場合などには冷間加工を施す。この例を表示すると表4.4のごとくである。

また機械的性質の確保および仕上焼鈍を要する管の場合にはさらに高い加工度を要する。後者の場合には結晶粒の粗大化を防止するのが目的である。冷間加工度をF-1工場の例によつてみると、リムド鋼では約20%、炭素含有量0.20%以下のセミ・キルド鋼では約15%を最小加工度としている。

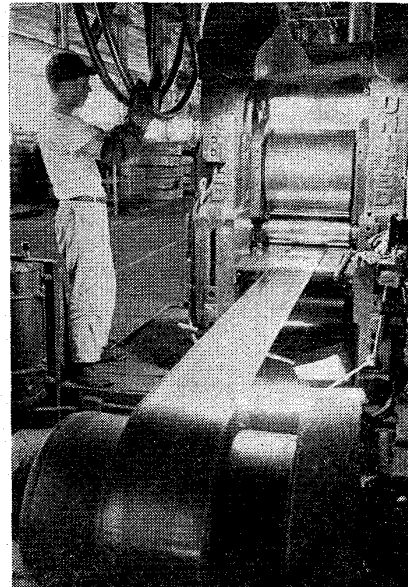


写真 4.3

4.2 エントリー・ライン

4.2.1 帯鋼のエントリー工程

エントリー装置はアンコイラーから始まり、小径管においては主にレベラー、エンド・ウェルダ、ルーパーエッジ・スカパー、中径管においては、主にレベラー、エンドシャー、サイド・トリマー、ショット・ブラスターなどから成り、造管機を止めることなく連続的に帯鋼を挿入する一連の装置である。最近これらの機械は造管機の溶接速度の上昇に伴い、各社著しくその性能が向上され迅速にかつ確実に送り込まれるようになって

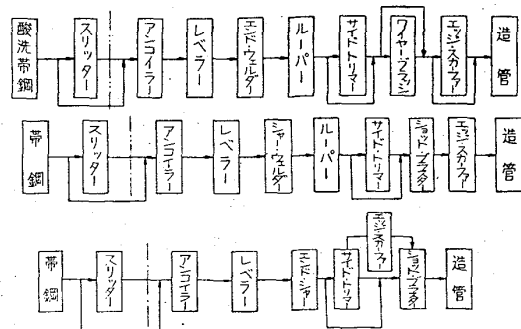


図 4.6 エントリー工程

きている。

図 4.6 にエントリー工程の 1 例を示す。

A 帯鋼酸洗の場合 (3%~6%) : F-1-1~2, F-2, K, N-4-1~2, P-1, P-2, S-3, T

B 帯鋼ショット, プラストの場合

(a) 帯鋼接続の場合 (3/4~6%) : N-4-3, Y-2

(b) 帯鋼差込の場合 (4 1/2~16) : F-1-3, S-4 Y-3

4.2.2 アンコイラー

アンコイラーには①回転円盤, ②コイル・リール, ③コイル・ボックス, ④コイル・ランプ付コイル・ボックス, ⑤コイル, カー付コイル・ボックスなどの型式があり, 帯鋼を無理することなく回転させながら次から次へと繰り出させるのを目的とする。最近では帯鋼の単重が大きいものでは 1 トン以上となり, その操作には圧縮空気圧または油圧が用いられ, コイル, ランプまたはコイルカー付コイル, ボックスの型式が採られるようになってきている。

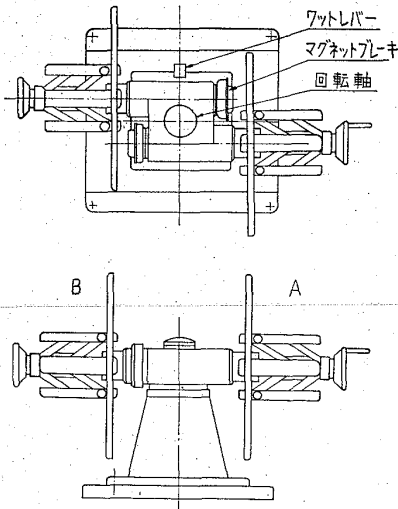


図 4.7 コイルリール

現在, 稼動している各社のアンコイラーを表 4.5 に, その実物例を図 4.7 ならびに図 4.8 に示す。

A コイル, リール (図 4.7 参照) コイルリールにはシングル型とダブル型とがある。ダブル型につき説明する。図 4.7 において, 帯鋼を取付ける片側 A を製管機の帯鋼の中心に合わせセットする。A のほうに掛けた帯鋼を接続し, 製管中に空いている B 側に帯鋼を掛け, A 側の帯鋼がなくなつたとき, すみやかにフットレバーを踏みピンをはずし, 回転軸を中心とし, B 側を A 側に移し, 帯鋼の接続工程に移る。

帯鋼が回転しているときには, 常にマグネット・ブレーキを掛けテンションを与えるよう加減する。

B コイル, ランプ付コイル, ボックス (図 4.8 参照)

(a) コイルランプ 帯鋼をコイル, ボックスに補給する部分で, 本体とその上部に取付けられた案内板より構成されている。

本体は 3 ケの帯鋼を収容することができる。上面は帯鋼が自重により, コイルボックスに落ち込むようにわずかな傾斜を持ち, 通常はストッパーにより各帯鋼を支えている。コイルストッパーの開閉は油圧シリンダーで行ない, この操作はレバーにより個々に行なうことができる。また案内板は鉄板製で, 帯鋼の幅に合わせてねじで調節することができる。

(b) コイルボックス コイル状の帯鋼を捲戻してレベラーのピンチロールまで送り込む装置で, 駆動ロール受板および抑えロール用フレーム, 案内板などより構成されている。駆動ロールは電動機よりサイクロン減速機, 電磁クラッチ, ブレーキを介して回転を伝え, 正転逆転を行なうことができる。帯鋼がピンチロールにより引取られ, 送り出しの必要なくなつた場合, 押釦スイッチにより電動機を停止させるとクラッチが自動的にはずれ駆動ロールはフリーで回転する。また受板は油圧シリンダーにより上下ならびに前後に移動することができ,

帯鋼の先端を受けやすくしてある。

4.2.3 レベラー

帯鋼は熱間圧延され, コイル状に巻かれて製造されるので, コイラーより帯鋼を繰り込むとき, レベラーにより平坦にする。レベラーには種々の型式があるが, 主にピンチ, ロール付の 5~7 本の焼入を行なつた鋼製の円筒ロールを持

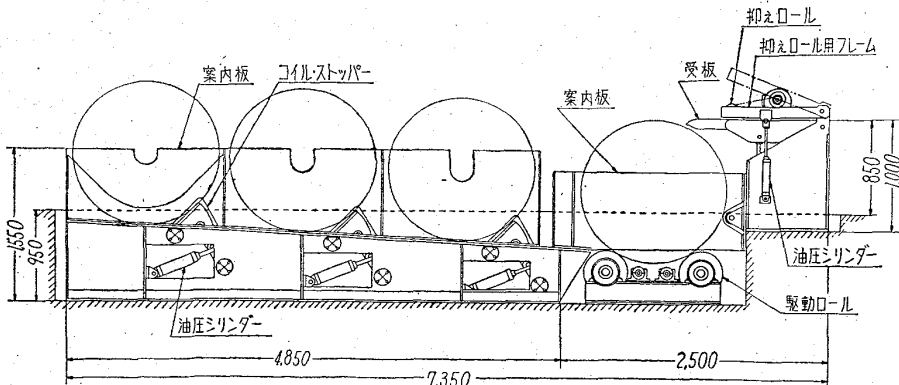


図 4.8 コイルランプ付コイルボックス

つたものが使用される。

ロールは上下ジグザグに配列され、下側ロールは固定で上側ロールのみ上下に個々にあるいは同時に調整でき、帯鋼が挿入されると、圧縮空気圧または油圧によりピンチロールおよびレベラーの上側ロールを同時に下ろし、これらのロールにより送り出しながら平坦にする。

最近では造管速度と関連性を持たせ、帯鋼に不必要な力を与えないようにするため、直流モーターを使用するところが多くなつてきている。

現在稼動している各社のレベラーを表4.5にその1例を示す。

4.2.4 エンド・ウェルディング

帯鋼の端末を接続するのに次の4つの方法が行なわれている。

- A. 酸素、アセチレン溶接法 B. アーク溶接法
C. フラッシュバット溶接法 D. 不活性ガス溶接法

最近造管速度の上昇に伴い、その帯鋼の接続も短時間に確実に行なわれることが要求され、手動式より半自動式へと進んでいる。

現在稼動している各社のエンド・ウェルディングを表4.5に示す。

A. 酸素、アセチレン溶接法 この方法は比較的厚肉広巾の帯鋼を手動で接続するのに用いられ、酸素・アセチレンガス用吹管を用いて溶接し、直ちに接続部をハンマーで叩き平らにする。

B. アーク溶接法 アーク溶接機を用いて帯鋼を手動にて接続する方法で、接続後その溶接部分をグラインダーなどにて削り取り平らにする。

C. フラッシュ・バット溶接法 この方法は比較的

厚肉広幅の帯鋼を半自動にて能率良く迅速に接続することができ、溶接部分の肉盛り部はカッターにて削り取る。1例を図4.9に示す。

D. 不活性ガス溶接法 最近の小径管用に多く用いられてきている方法で、切断機、不活性ガス供給装置、溶接機、高周波発生装置が組込まれている。その操作は半自動操作である。この装置の1例を写真4.4に示す。

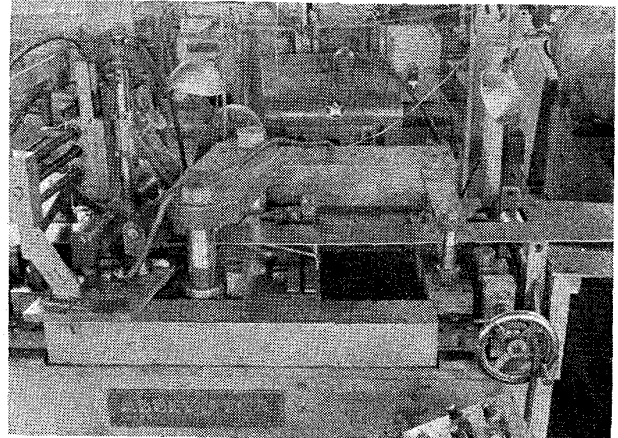


写真 4.4 アルゴン・アーク溶接機

この装置は、帯鋼の端末が切断機の近くにきたときにルーパーへの繰込を停止し、帯鋼クランプ装置によりクランプし端末を切断する。次に新しい帯鋼の先端を案内ロールの間に差込み、クランプして剪断し、両方の端末を同時に溶接トーチの真下に送り込む。溶接は「スタート」の押釦を押すことによりトーチが移動しはじめ、放電、不活性ガスおよび水の放出、停止などが自動的に行なわれる。溶接完了後は帯鋼をクランプより放しルーパーに送り込む。このとき帯鋼切断装置を再びもとの位置に戻しておく、溶接部分の肉盛りは少なく、そのまま造管することができる。

現在稼動している各社のエンド・ウェルディング装置の設備状況を表4.5に示す。

4.2.5 ルーピング

この装置は造管機を止めることなしに帯鋼接続を行なうために帯鋼留りを作る装置で、ケージ型、ルーパー型、床面上蛇行型などいろいろな方式がある。

A. ケージ型 小径管に採られる方法で、内側にアングルまたは鋼管により組立てられた案内枠があり、これを帯鋼幅に合わせ間隔を調整し、この中にピンチロールにより帯鋼を繰り込

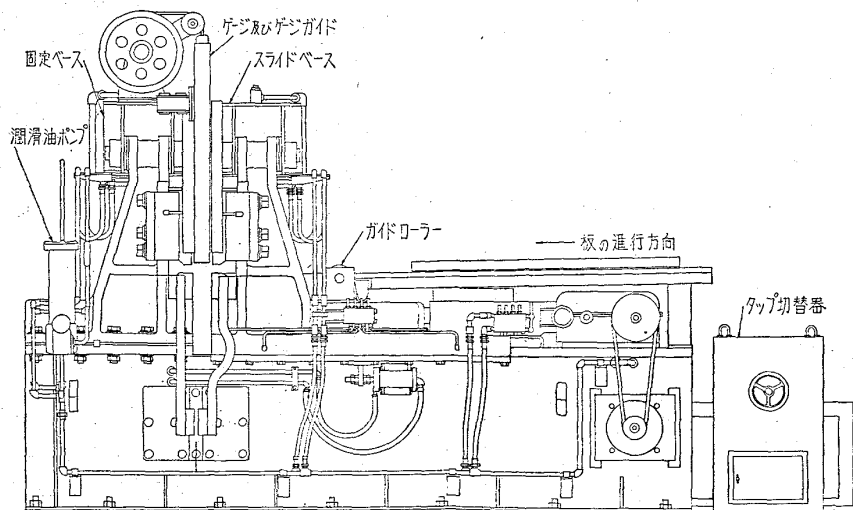


図 4.9 フラッシュバット溶接機

表 4.5 アンコイラー, レベラーエンドウェルダ

| 工場名 | 機械No. | ア ン コ イ ラ ー | | | | | レベラー | |
|-----|-------|------------------|--------------|------------|----------|------------------------|---------------|----------|
| | | 型 式 | 操 作 源 | 駆動モーター(kW) | 能 力 (t) | 製 造 会 社 名 | レベラー ロ ー ル | |
| | | | | | | | 上ロ ール | 下ロ ール |
| F-1 | 1 | コイルボックス回転円板 | 手 動 | — | 1700×180 | 自 社 | 3 | 4 |
| | 2 | コイルスタンド | " | — | 2100×267 | " | 3 | 4 |
| | 3 | コイルボックス回転円板 | " | — | 2100×525 | " | 2 | 3 |
| F-2 | 1,2 | コイルスタンド | " | — | 1 | 中 津 精 機 | 3 | 4 |
| | 3 | " | " | — | 1 | " | 4 | 5 |
| K | 1 | コイルカー付コイルボックス | 電 動 | — | — | 自 社 | 3 | — |
| | 2 | コイル・スタンド | 電動および 油圧 | 16.2 | 6 | 佐 世 保 船 舶 | 7 | — |
| | 3 | コイル・カー付コイル・ボックス | 電 動 | 3.7 | 2 | 自 社 | 3 | — |
| | 4 | コイル・カー付コイルボックス | " | 3.7 | 3 | 自 社 | 3 | — |
| N-3 | 1 | コイル・ランプ付コイル・ボックス | 手 動 | 3.7 | 2.0 | ブロー, ノックスエ トナスタンダード | 4 | 5 |
| N-4 | 1,2 | " | 油 圧 | 2.2 | 1.5 | ア ベ イ ・ エ ト ナ | 2 | 3 |
| | 3 | " | " | 3.7 | 2.5 | マ ッ ケ イ | 2 | 3 |
| P-1 | 1 | コイル・ランプ付コイルボックス | 空 圧・電 動 | 0.75 | 1.5 | 自 社 | 4 | 5 |
| | 2 | " | " | 0.75 | 1.0 | " | 3 | 4 |
| | 3 | " | " | 0.75 | 1.5 | " | 4 | 5 |
| | 4 | コイル・ランプ付コーン・タイプ | 油 圧 | 1.5 | 1.0 | ヨ ー ダ ー | 4 | 5 |
| P-2 | 1 | コイル・ランプ付コイルボックス | 空気圧・電動 | 2.2 | 1.5 | 自 社 | 3 | 4 |
| | 2 | コイルランプ付リール | 油 圧・電 動 | 2.2 | 3.0 | 新 潟 鉄 工 | 3 | 4 |
| | 3 | " | 油 圧・電 動 | 1.5 | 1.0 | ヨ ー ダ ー | — | — |
| | 4 | コイル・ランプ付コイルボックス | 電 動 | 1.5 | 1.3 | 自 社 | — | — |
| S-3 | 1 | コイル・ランプ付コイルボックス | 電動水圧, 空 圧 | 3.7 | 3 | 芝 住 共 友 立 機 械 | 4 | 3 |
| | 2,3 | " | " | 2.2 | 1 | " | 3 | 2 |
| | 4 | " | 電 動・油 圧 | 3.7 | 3 | " | 3 | 2 |
| S-4 | 1 | コイル・ランプ付アンコイラー | " | 75.15 | 15 | 住 友 機 械 | 3 | 2 |
| T | 1 | 回 転 ・ 円 板 | 手 動 | — | — | 自 社 | — | — |
| | 2 | " | " | — | — | " | 3 | 4 |
| | 3 | " | " | — | — | " | — | — |
| | 4 | コイル・スタンド | 電 動 | — | 2.3 | ヨ ー ダ ー | — | — |
| Y-2 | 1 | コイル・ランプ付アンコイラー | 油 圧 | 3.7 | 3 | 新 潟 鉄 工 | 3 | 4 |
| | 2 | " | 空 気 圧 | 1.5 | 1.7 | 渡 辺 鉄 工 | 3 | 4 |
| Y-3 | 1 | " | 油 圧 空 気 圧 | 4.5 | 10.0 | ヨ ー ダ ー | 4 | 3 |

4. 溶接鋼管

1075

ルーパー、エッジスカーフアー一覧表

| 工場名 | 機 No. | レベラー | | | | 製造会社名 | エンドウェルダーク式 |
|-----|-------|---------|-------------|--------------|---------|----------------------|----------------------------|
| | | ピンチロール組 | 駆動モーター (kW) | 送り速度 (m/min) | 上ロールの昇降 | | |
| F-1 | 1 | — | — | — | 手動 | 自社 | フラッシュバットウェルディング |
| | 2 | — | — | — | 〃 | 新潟鉄工所 | 〃 |
| | 3 | — | — | — | 〃 | 自社 | アーク溶接 |
| F-3 | 1,2 | — | — | — | 〃 | 渡辺鉄工所 | 酸素アセチレンガス溶接 |
| | 3 | — | — | — | 〃 | 大島製作所 | 酸素アセチレンガス溶接 |
| K | 1 | 1 | 7.5 | 134 | 空気圧, 手動 | 自社 | フラッシュバットウェルディング |
| | 2 | 1 | 29.5 | 120 | 油圧, 手動 | 〃 | 〃 |
| | 3 | 1 | 7.5 | 134 | 空気圧 | 〃 | 〃 |
| | 4 | 1 | 7.5 | 134 | 空気圧, 手動 | 〃 | アルゴン, アーク, ウェルディングセレン型 TIG |
| N-3 | 1 | 1 | DC 45 | 200 | 手動 | ブローノックス, エトナ, スタンダード | フラッシュバットウェルディング |
| N-4 | 1,2 | 1 | DC 22 | 95 | 油圧, 手動 | アベイエトナ | アルゴンアーク, ウェルディング |
| | 3 | 1 | DC 30 | 95 | 空気圧, 手動 | マツケイ | 炭酸ガスアークウェルディング |
| P-1 | 1 | — | 7.5 | 30 | 電動 | 自社 | フラッシュバット, ウェルディング |
| | 2 | — | 5.0 | 30 | 〃 | 自社 | 〃 |
| | 3 | — | 7.5 | — | 〃 | 〃 | 酸素・アセチレンガス溶接 |
| | 4 | — | 5.0 | — | 〃 | 〃 | アルゴン・アーク溶接 |
| P-2 | 1 | — | 1.5 | 120 | 電動 | 野村製作所 | フラッシュバットウェルディング |
| | 2 | 1 | DC 33 | 0~150 | 手動 | 新潟鉄工所 | イナー ト ガス 溶 接 |
| | 3 | — | — | — | — | — | 〃 |
| | 4 | — | — | — | — | — | フラッシュバット・ウェルディング |
| S-3 | 1 | 1 | 45 15 | 100 | 手動 | 芝住 共機 | フラッシュバット, ウェルディング |
| | 2,3 | 1 | 1.5 | 100 | 〃 | 〃 | 〃 |
| | 4 | 1 | 22 15 | 100 | 〃 | 〃 | 〃 |
| S-4 | 1 | 1 | 110 | 100 | 〃 | 共住 立機 | — |
| T | 1 | — | — | — | — | — | 酸素・アセチレンガス溶接 |
| | 2 | 1 | 3.7 | 50 | 空気圧, 手動 | 自社 | フラッシュバット・ウェルディング |
| | 5 | — | — | — | — | — | 酸素・アセチレンガス溶接 |
| | 4 | — | — | — | — | — | アルゴンアーク, ウェルディング SR-300 |
| Y-2 | 1 | 1 | DC 33*2 | 36~109 | 手動 | 新潟鉄工 | アルゴン, アーク, ウェルディング SR-600 |
| | 2 | 1 | 3.7 | — | 手動 | 渡辺鉄工 | アルゴン, アーク, ウェルディング SR-400 |
| Y-3 | 1 | 1 | DC 45 | 32~49 | 電動, 手動 | ヨ一ダ一 | — |

表 4.5 アンコイラー, レベラー エンド ウェルダ－

| 工場名 | 機械 No. | エ ン ド ウ ェ ル ダ ー | | | | | ク ラ ン プ 方 法 |
|-----|--------|-----------------|----------------|---------|----------------|-------------------------|-------------|
| | | 容 量 (kVA) | 一 次 側 | | 二 次 側 | | |
| | | | 電 圧 (V) | 電 流 (A) | 電 圧 (V) | 電 流 (A) | |
| F-1 | 1 | 300 | 440 | | 7.9 | | 油 圧 |
| | 2 | 350 | 400 | | 4.6 | | 水 圧 |
| | 3 | — | — | — | — | — | — |
| F-2 | 1,2 | — | — | — | — | — | — |
| | 3 | — | — | — | — | — | — |
| K | 1 | 250 | 220 | | 4.5~10 | | 電動ロックアーム式 |
| | 2 | 500 | 440 | | 4.4~ 11.9 | | 油 圧 |
| | 3 | 220 | 220 | | 4.5~10 | | 空 気 圧 |
| | 4 | 48 | 220 | | 10~45 | 100~500 | 空 気 圧 |
| N-3 | 1 | 500 | 380 | 1300 | 3.72~ 10.85 | 1.0~4.2×10 ⁴ | 空 気 圧 |
| N-4 | 1,2 | 31 | 40/200 | 45/73 | 1~40 | 0~400 | 油 圧 |
| | 3 | 24.6 | 41/200 | 31/62 | 16~35 | 100~500 | 〃 |
| P-1 | 1 | 200 | 220 | — | — | 2 | 空 気 圧 |
| | 2 | 100 | 220 | — | — | 2 | 〃 |
| | 3 | — | — | — | — | — | — |
| | 4 | 25 | 440 | — | — | — | 油 圧 |
| P-2 | 1 | 200 | 220 | 900 | 2.5~7.5 | 13,000~27,000 | 空気圧ロックアーム |
| | 2 | 31 | 220 | 78 | 1~40 | 0~400 | 空 気 圧, 油 圧 |
| | 3 | 23.2 | 220 | 58 | 0~70 | 0~300 | 油 圧 |
| | 4 | 90 | 220 | 455 | 3~7 | 6,000~13,000 | 空気圧ロックアーム |
| S-3 | 1 | 450 | 40 | 1020 | 4~10 | 110,000~45,000 | 空 気 圧 |
| | 2,3 | 200 | 40 | 450 | 2.5~7.5 | 79,000~20,000 | 空 気 圧, 水 圧 |
| | 4 | 500 | 40 | 1140 | 3~12 | 170,000~47,500 | 油 圧 |
| S-4 | 1 | — | — | — | — | — | — |
| T | 1 | アセチレンガス水柱 火口 | 圧力 250 mm 口径#3 | — | — | — | — |
| | 2 | 200 | 100 | — | 5~10 | — | 空 気 圧 |
| | 3 | アセチレンガス水柱 火口 | 圧力 250 mm 口径#3 | — | — | — | — |
| | 4 | 23.2 | 460/230 | 29/58 | 最大 70 | 4~500 | 空 気 圧 |
| Y-2 | 1 | 36.4 (kW) | 220 | | 最大 70 | 885 10~885 | 油 圧 |
| | 2 | 24.5 (kW) | 220 | | 最大 70 | 625 5~625 | 油 圧 |
| Y-3 | 1 | — | — | | — | — | — |

4. 溶接鋼管

1077

ルーバー、エッジスカーフアー一覧表(つづき)

| 工場名 | 機械No. | エ ン ド ウ ェ ル ダ ー | | | | | |
|-----|-------|-----------------------|----------|--------------|-----------------|---------------------------|------------------------|
| | | クランプ圧 (t) | アップセット方法 | 所要時間 (c/sec) | 能 力 (幅mm×厚mm) | 使用空気圧力 kg/cm ² | 製 造 会 社 |
| F-1 | 1 | 50 kg/cm ² | カ ム | 138 | 270×40 | | 電 元 社 製 作 所 大 阪 電 気 |
| | 2 | 50 kg/cm ² | カ ム | 138 | 270×40 | | |
| | 3 | — | — | — | — | — | |
| F-2 | 1,2 | — | — | — | — | — | — |
| | 3 | — | — | — | — | — | — |
| K | 1 | 20 | 油圧駆動カム | 180 | 460×5 | 5 | テイラーウィン, フィールド |
| | 2 | 20 | 油 圧 | 300 | 150×2~550×6 | 5 | 東 芝 |
| | 3 | 10 | 空 気 圧 | 180 | 160×3*5 | 5 | 大 阪 電 気 |
| | 4 | — | — | 300 | 460×5 | 5 | 東 亜 精 機 |
| N-3 | 1 | 8 kg/cm ² | カ ム 板 | 50~80 | 65×2~480×7*5 | 6 | フ ェ デ ラ ル |
| N-4 | 1,2 | 56 kg/cm ² | — | 80~100 | 50×10~240×4*0 | — | ア ベ イ ユ ト ナ |
| | 3 | " | — | 70~90 | 190×1*6~520×7*9 | — | マ ッ ケ イ |
| P-1 | 1 | — | 空気板カム | ~100 | 200×5*0 | 5 | 電 熔 社 |
| | 2 | — | " | ~90 | 170×2*5 | 5 | " |
| | 3 | — | — | — | — | — | — |
| | 4 | — | 油 圧 | 30~50 | 200×3*2 | — | — |
| P-2 | 1 | 12 | 空気式板カム | 120 | 198×2*0 | 4 | 大 阪 電 気 |
| | 2 | 8 | — | 130 | 320×5 | 4 | エ ト ナ |
| | 3 | 4 | — | 80 | 158×1*6 | — | ヨ ー ダ ー |
| | 4 | 4 | 空気式板カム | 120 | 198×2*0 | 4 | 大 阪 電 気 |
| S-3 | 1 | 30 | カ ム 式 | 60 | 400×4*8 | 7 | 東 大 芝 電 |
| | 2,3 | 12 | " | " | 200×3*8 | " | |
| | 4 | 18 | 油 圧 式 | 90 | 400×4*8 | " | |
| S-4 | 1 | — | — | — | — | — | — |
| T | 1 | — | — | — | 150×3*0 | — | — |
| | 2 | 15 | 空気圧, 油圧 | 150 | 275×5*0 | 5 | 大 阪 電 気 |
| | 3 | — | — | — | 150×3*0 | — | — |
| | 4 | 2 | — | 50~90 | 210×3*2 | 5 | ミ ラ ー |
| Y-2 | 1 | 40 kg/cm ² | — | 100 | 365×6*4 | — | ミ ラ ー |
| | 2 | 30 kg/cm ² | — | 120 | 270×3*8 | — | ミ ラ ー |
| Y-3 | 1 | — | — | — | — | — | — |

表 4.5 アンコイラー, レベラー エンド ウェルダー

| 工場名 | 機械 No. | 方 式 | ル | | | | 能 力 | 製 造 会 社 名 |
|-----|--------|----------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------|---------|---------------|
| | | | 入口ピンチ ロールモ ーター (kW) | 出口ピンチ ロールモ ーター (kW) | ウイ ンチ モ ーター (kW) | ループ有効 長 さ (m) | | |
| F-1 | 1 | ケ - ジ 式 | 3.7 | — | — | — | 200×4 | 自 社 |
| | 2 | ケ - ジ 式 | 3.7/7.5 | — | — | — | 280×5 | " |
| | 3 | ケ - ジ 式 | 11 | — | — | — | 500×6 | " |
| F-2 | 1, 2 | ケ - ジ 式 | 7.5 | — | — | 250 | 200×40 | " |
| | 3 | " | " | — | — | 250 | 200×40 | " |
| K | 1 | ケ - ジ 式 | 3.7 | — | — | 110 | 280×5 | 自 社 |
| | 2 | ケ - ジ 式 | 10.0 | — | — | 150 | 500×6 | " |
| | 3 | ケ - ジ 式 | 3.0 | — | — | 110 | 130×4 | " |
| | 4 | ケ - ジ 式 | 7.5 | — | — | 110 | 280×5 | " |
| N-3 | 1 | 床面上蛇行式 | 7.5 | DC 11 | — | 180 | 450×5 | 自 社 |
| N-4 | 1, 2 | 天井ルーパー | 3.7 | DC 11 | AC 11 | 90 | 250×5 | ダ ッ ト 工 場 |
| | 3 | 地下ルーパー | 3.7 | DC 22 | AC 22 | 90 | 600×8 | ダ ッ ト 工 場 |
| P-1 | 1 | ケ - ジ 式 | 3.7 | — | — | — | — | 自 社 |
| | 2 | 天井ルーパー | — | — | 7.5 | 35 | 210 | 自 社 |
| | 3 | ケ - ジ 式 | 7.5 | — | — | — | — | " |
| | 4 | 天井ルーパー | — | 5.0 | 5.0 | 60 | 200×3.2 | " |
| P-2 | 1 | ケ - ジ 式 | 7.5 | — | — | 250 | 198×2.0 | 自 社 |
| | 2 | 天 井 式 | 2.2 | 22 | 11 | 120 | 320×5 | 新 瀧 鉄 工, 自 社 |
| | 3 | 天 井 式 | 3.7 | — | 3.7 | 200 | 158×1.6 | ヨ - ダ - , 自 社 |
| | 4 | ケ - ジ 式 | 7.5 | — | — | 250 | 198×2.0 | |
| S-3 | 1 | 地下台車ルーパー | 1.5/1.5 | — | 30×2 | 80 | 400×4.8 | 芝 塚 共 |
| | 2, 3 | ケ - ジ 式 | — | 10, 3.7 | — | 150 | 220×3.8 | 大 塚 鉄 工 |
| | 4 | 地下ルーパー | — | 15, 1.5 | 30 | 120 | 400×4.8 | 自家設計一誠工作 |
| S-4 | 1 | — | — | — | — | — | — | |
| T | 1 | ケ - ジ 式 | 3.7 | — | — | — | 150×3.0 | 自 社 |
| | 2 | ケ - ジ 式 | 7.5 | — | — | — | 275×4.2 | 自 社 |
| | 3 | ケ - ジ 式 | 3.7 | — | — | — | 150×3.0 | 自 社 |
| | 4 | 天井ルーパー | DC 3.7 | DC 3.7 | AC 7.5 | 140 | 210×3.2 | 自 社 |
| Y-2 | 1 | 地下ルーパー | 2.2 | DC 22 | AC 19 | 120 | 365×6.4 | 新 瀧 鉄 工 |
| | 2 | ケ - ジ 式 | 11 | — | — | 150 | 270×3.8 | 渡 辺 鉄 工 |
| Y-3 | 1 | — | — | — | — | — | — | |

ルーバー、エッジスカーフアー一覧表(つづき)

| 工場名 | 機械No. | エッジスカーフアー | | | | | | 製造会社名 |
|-----|-------|-----------|------|-------|---------------|-------------|-------|-------|
| | | パイ | | | | コッジ | | |
| | | 本数 | 取付角度 | 材質 | 寿命 (1研磨当り) | 切込量 (片側) | 切削角度 | |
| F-1 | 1 | 16 | 90 | SKH-3 | 6,000 m | <0.5 mm | 85 | 芝浦工機 |
| | 2 | 16 | 90 | " | " | <0.5 | 85 | " |
| | 3 | 8 | 90 | " | " | <0.5 | 85 | " |
| F-2 | 1,2 | — | — | — | — | — | — | — |
| | 3 | — | — | — | — | — | — | — |
| K | 1 | — | — | — | — | — | — | — |
| | 2 | — | — | — | — | — | — | — |
| | 3 | — | — | — | — | — | — | — |
| | 4 | — | — | — | — | — | — | — |
| N-1 | 1 | — | — | — | — | — | — | — |
| N-4 | 1,2 | 2 | 90 | SKH-4 | 10,000 | 0.25 | 90 | エトナ |
| | 3 | 4 | 90 | SKH-4 | 10,000 | 0.25 | — | マツケイ |
| P-1 | 1 | — | 45 | SKH-4 | — | 0.25 | 70~80 | 自社 |
| | 2 | 6 | 45 | SKH-4 | — | 0.1 | 75~80 | 自社 |
| | 3 | — | 45 | SKH-4 | — | 0.25 | 75~80 | 自社 |
| | 4 | 6 | 45 | SKH-4 | — | 0.15 | 75~80 | 自社 |
| P-2 | 1 | 8 | 45 | SKH-4 | 3,000 | <0.5 | 45~90 | 自社 |
| | 2 | 6 | 45 | SKH-4 | 3,000 | <0.5 | 45~90 | エトナ |
| | 3 | 8 | 45 | SKH-4 | 3,000 | <0.5 | 45~90 | 自社 |
| | 4 | 8 | 45 | SKH-4 | 3,000 | <0.5 | 45~90 | 自社 |
| S-3 | 1 | 3×2 | 45 | SKH-2 | 12,000 | 0.25 | 65~85 | ヨ一ダ一 |
| | 2,3 | 2×2 | 45 | " | " | " | " | 住友機械 |
| | 4 | 1×2 | 45 | " | " | " | " | ヨ一ダ一 |
| S-4 | 1 | 2×2 | 90 | SKH-4 | 3,000 | " | 90 | 住友機械 |
| T | 1 | — | — | — | — | — | — | — |
| | 2 | — | — | — | — | — | — | — |
| | 3 | — | — | — | — | — | — | — |
| | 4 | 2 | 45 | SKH-4 | 7,000 | 0.25 | 70~90 | ヨ一ダ一 |
| Y-2 | 1 | 2 | 60 | SKH-2 | 10,000 | 0.25 | 90 | アベエトナ |
| | 2 | 2 | 45 | SKH-2 | " | " | " | ヨ一ダ一 |
| Y-3 | 1 | 2 | 65 | SKH-2 | 5,000 | " | " | 渡辺鉄工 |

表 4.6 フォーミング

| 工場名 | 号機 | 製作メーカー | 稼働年次 (昭和年月) | フォーミングの駆動モーター | | | 造管寸法の範囲 (mm) | |
|-----|----|---------|----------------|---------------|-----------|--------------------|--------------|----------|
| | | | | 形式 | AC または DC | (kW) | 造管可能外径 | 造管可能肉厚 |
| F-1 | 1 | 自 社 | 22-6 | A | AC | 110 | 25.4~55.0 | 1.2~4.0 |
| | 2 | AEF | 26-6 | A | AC | 90 | 41.0~82.6 | 1.2~4.0 |
| | 3 | リパブリック | 10-8 | A | AC | 130 | 60.0~168.5 | 2.1~6.0 |
| F-2 | 1 | 東亜鉄工 | 33-9 | A | AC | 113 | 13.8~60.5 | 1.2~4.0 |
| | 2 | 日立造船 | 20-2 | A | AC | 113 | 13.8~60.5 | 1.2~4.0 |
| | 3 | 日立造船 | 21-3 | A | AC | 113 | 13.8~60.5 | 1.2~4.0 |
| K | 1 | AEF | 27-11 | A | AC | 45 | 21.7~101.6 | 1.2~4.2 |
| | 2 | 自 社 | 33-2 | A | AC | 90 | 60.5~165.2 | 1.6~6.0 |
| | 3 | 自 社 | 34-8 | A | AC | 45 | 21.7~48.6 | 1.2~4.0 |
| | 4 | 自 社 | 35-5 | A | AC | 45 | 21.7~101.6 | 1.2~4.2 |
| N-4 | 1 | アベエトナ | 35-10 | B | DC | 38 | 17.3~76.3 | 1.0~4.0 |
| | 2 | アベエトナ | 36-3 | B | DC | 38 | 17.3~76.3 | 1.0~4.0 |
| | 3 | マ ッ ケ イ | 36-1 | C | DC | 45×1(B) 38×1(F) | 60.5~170.0 | 1.6~7.9 |
| P-1 | 1 | 池 貝 | 26-9 | A | DC | 50 | 21.0~75.0 | 1.2~2.0 |
| | 2 | ヨ ー ダ ー | 34-4 | A | DC | 30 | 16.0~54.0 | 1.2~2.0 |
| | 3 | 住友機械 | (37-7) | B | AC | 30 | 21.0~89.1 | 1.2~4.2 |
| | 4 | ヨ ー ダ ー | 37-9 | B | DC | 30 | 15.9~60.8 | 1.2~2.8 |
| P-2 | 1 | 池 貝 | 26-12 | A | DC | 56 | 21.0~76.0 | 1.2~4.0 |
| | 2 | アベエトナ | 35-12 | B | DC | 75 | 42.0~125.0 | 1.6~4.5 |
| | 3 | ヨ ー ダ ー | 37-9 | B | DC | 30 | 15.9~63.5 | 0.5~3.2 |
| | 4 | 住友機械 | 31-6 (37-7) | A | AC | 75 | 15.9~50.8 | 0.8~2.8 |
| S-3 | 1 | ヨ ー ダ ー | 26-3 | B | DC | 75 | 19.1~114.3 | 1.2~4.8 |
| | 2 | 住友機械 | 35-1 | B | DC | 56 | 19.1~60.5 | 1.2~3.8 |
| | 3 | 住友機械 | 36-4 | B | DC | 56 | 19.1~60.5 | 1.2~3.8 |
| | 5 | ヨ ー ダ ー | 37-6 | B | DC | 75 | 19.1~114.3 | 1.2~4.8 |
| S-4 | 1 | アベエトナ | 36-11 | D | DC | 35×4(B) 55×3(F) | 114.3~406.3 | 3.0~12.7 |
| T | 1 | 自 社 | 23-5 | A | AC | 40 | 19.1~38.1 | 1.0~2.8 |
| | 2 | 池 貝 | 25-12 | A | DC | 50 | 27.2~89.1 | 1.2~4.2 |
| | 3 | 池 貝 | 28-12 | A | DC | 40 | 19.1~38.1 | 1.0~2.8 |
| | 4 | ヨ ー ダ ー | 35-12 | B | DC | 30 | 12.7~63.5 | 0.5~3.2 |
| Y-2 | 1 | アベエトナ | 35-5 | B | DC | 75 | 21.7~114.3 | 1.0~6.4 |
| | 2 | ヨ ー ダ ー | 37-1 | B | DC | 37.3 | 21.7~89.1 | 1.2~4.2 |
| Y-3 | 1 | ヨ ー ダ ー | 33-8 | D | DC | 37.5×7(BF) | 114.3~355.6 | 2.4~12.7 |

(注) フォーミング駆動形式の記号

A=フォーミングとサイジングとが共通のモーターで駆動される。

B=フォーミングとサイジングがそれぞれ別個のモーターで駆動される。

設 備 の 概 況

| 工場名 | 仕様の最大可能速度 (m/min) | 操業の最大造管速度 | | 使用スタンド数 | | | | |
|-----|----------------------|---------------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | 速度 (m/min) | 管寸法 (mm) | 34°0φ | 60°5φ | 89°1φ | 114°3φ | 165°2φ |
| F-1 | 47°3 | 36°5 | 48°6×2°4 | 11(7H+4V) | | | | |
| | 48°1 | 46°7 | 48°6×2°4 | | 11(7H+4V) | | | |
| | 52°7 | 35°8 | 76°3×4°0 | | 8(7H+1V) | 9(7H+2V) | 9(7H+2V) | 9(7H+2V) |
| F-2 | 40°0 | 40°0 | 27°2×2°8 | 12(7H+5V) | 12(7H+5V) | | | |
| | 40°0 | 40°0 | 27°2×2°8 | 12(7H+5V) | 12(7H+5V) | | | |
| | 40°0 | 40°0 | 27°2×2°8 | 12(7H+5V) | 12(7H+5V) | | | |
| K | 36°0 | 32°5 | 27°2×2°8 | 13(8H+5V) | 13(8H+5V) | 13(8H+5V) | | |
| | 27°0 | 27°0 | 60°5×3°8 | | 11(8H+3V) | 11(8H+3V) | 11(8H+3V) | 11(8H+3V) |
| | 30°0 | 30°0 | 21°7×2°8 | 13(8H+5V) | | | | |
| | 36°0 | 32°5 | 27°2×2°8 | 13(8H+5V) | 13(8H+5V) | 13(8H+5V) | | |
| N-4 | 60°0 | 55°0 | 21°7×2°8 | 11(5H+6V) | 11(5H+6V) | | | |
| | 60°0 | 50°0 | 21°7×2°8 | 11(5H+6V) | 11(5H+6V) | | | |
| | 60°0 | 55°0 | 60°8×3°8 | | 9(7H+2V) | 9(7H+2V) | 9(7H+2V) | 9(7H+2V) |
| P-1 | 30°0 | 28°0 | 21°7×2°8 | 10(6H+4V) | 10(6H+4V) | | | |
| | 50°0 | 35°0 | 25°4×1°2 | 9(5H+4V) | | | | |
| | 75 | 55 | 25°4×1°6 | 9(5H+4V) | 11(6H+5V) | 13(7H+6V) | | |
| | 75 | 54 | 19°1×1°6 | 9(5H+4V) | 11(6H+5V) | | | |
| P-2 | 28°0 | 28 | 21°7×2°8 | 12(7H+5V) | 12(7H+5V) | | | |
| | 61°0 | 50 | 19°1×1°6 | 11(6H+5V) | 11(6H+5V) | 11(6H+5V) | 11(6H+5V) | |
| | 75 | 60 | 25°4×1°6 | 11(6H+5V) | 11(6H+5V) | | | |
| | 75 | 55 | 31°8×1°6 | 12(7H+5V) | | | | |
| S-3 | 50°0 | 45°0 | 60°5×3°8 | | 13(7H+6V) | 15(8H+7V) | 17(9H+8V) | |
| | 50°0 | 45°0 | 21°7×2°8 | 11(6H+5V) | 13(7H+6V) | | | |
| | 50°0 | 45°0 | 21°7×2°8 | 11(6H+5V) | 13(7H+6V) | | | |
| | 50°0 | 45°0 | 60°5×3°8 | | 13(7H+6V) | 15(8H+7V) | 17(9H+8V) | |
| S-4 | 37°0 | 34°0 | 114°3×4°5 | | | | 10(7H+3V) | 10(7H+3V) |
| T | 19°5 | 19°5 | 21°7×2°8 | 9(6H+3V) | | | | |
| | 25°0 | 15°0 | 60°5×3°8 | 12(7H+5V) | 12(7H+5V) | 12(7H+5V) | | |
| | 40°0 | 18°0 | 34°0×2°3 | 11(6H+5V) | | | | |
| | 97°0 | 28°0 | 21°7×2°8 | 11(6H+5V) | | | | |
| Y-2 | 45°7 | 45°0 | 48°6×2°4 | 11(6H+5V) | 11(6H+5V) | 11(6H+5V) | 11(6H+5V) | |
| | 61°0 | 37°0 | 27°2×2°8 | 11(6H+5V) | 11(6H+5V) | 11(6H+5V) | | |
| Y-2 | 36°6 | 37°0 | 114°3×4°5 | | | | 10(7H+3V) | 10(7H+3V) |

C=ブレイク・ダウン・ロールとフィン・ロールがそれぞれ集合されて別個のモーターで駆動される。

D=各スタンド毎に独立したモーターで駆動される。

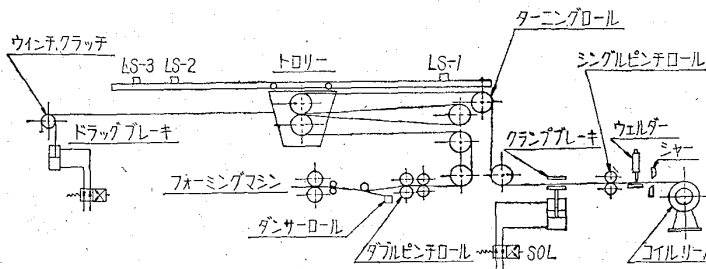


図 4.10 ルーパー系統図

み留める方法である。

B. ルーパー型 ルーパー型はケージ型と異なり、設備費は非常に高いが、その長さにより貯蔵量が大きく取れ、振れ、切断などの事故がなく、かつ帯鋼表面の疵発生が少なく、帯の腰折れがないため、鋼管になつてからの縞模様を生せず、とくに薄肉鋼管においては肌の美麗なものができる。

この型式には天井ルーパー、地下ルーパー、地上台車型ルーパーなどがあり、その原理はみな同じである。

天井ルーパーの構成は図4.10の系統図に示すとき装置である。

ここに天井ルーパーを採りあげ、動作の概要を述べる。帯鋼の末端がエンド・ウェルディングのシャアの位置にきたとき「ブレーキ」の押釦スイッチを押すと

① クランプブレーキがクランプし、② ウィンチのクラッチが離れ、③ トロリーがドラックブレーキにてブレーキを掛けられながら引張られて動き出す。

次に帯鋼接続終了後「始動」押釦スイッチを押すと

① クランプ、ブレーキが離れ、② ドラック、ブレーキが離れ、③ クラッチが入り、④ ウィンチモーターがスタートし、⑤ シングルピンチロールがスタートする。するとトロリーは左の方に進み、端にあるリミットスイッチ LS 2, LS 3 まで進みこれに当たると。

① シングル、ピンチ、ロールが降り、② エヤー、シリンダーにより同ロールが開き、③ ドラック、ブレーキが掛り、④ ウィンチ、モーターは停止してロックされる。LS 1 は非常停止用リミット・スイッチである。これにて1サイクルが終了する。

現在稼動している各社の設備状況を表 4.5 に示す。

4.2.6 エッチ・スカーフイング

エッジ、スカーフイング装置は成形機の入口に設けられ、帯鋼のスリットされた断面をバイトにより、清浄な滑らかな面あるいは傾斜面に削り、内面ビードの出方を調整する目的に使用される。その装置の1例を図4.11に示す。

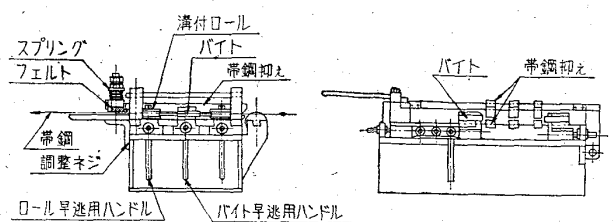


図 4.11 エッジスカーフイング装置

レベラーで平滑にされた帯は、同設備のバイトごとに設けられた溝付ロールおよび上下の帯鋼抑えによつて一定位置に保たれ、数組のバイトによつてスリット面を削る。バイトの出し入れは調整ネジによつて行なわれ、片側のみリンクモーション式のバイト早逃用ハンドルによりバイトを逃がし、バイトの交換あるいはバイトの喰込を防ぐのに用いる。

4.3 フォーミングの工程

フォーミング作業は、後の工程である帯鋼の両エッジの溶接作業の難易に直接影響を与えるものであつて、造管作業の生命ともいふべきものである。したがつて、各社はそれぞれのフォーミング作業について種々検討を加えて今日に至っている。最近のフォーミングの設備や作業の特徴的な進歩を列挙するとつぎのごとくである。

(a) フォーミングミルの能力増大 現在わが国における製管外径の最大は16"φである。外国では36"φまでの電気抵抗溶接鋼管を連続のフォーミング・ミルで成形している。このように、最近造管寸法が飛躍的に拡大された。

(b) 薄肉管および厚肉管の製造に適したロールカリバーならびにロール配列の改良 従来は非常に困難と考えられていた薄肉管や厚肉管が電気抵抗溶接鋼管で製管されてきたことは、フォーミング・ロールのカリバーの改良や、ロール配列の進歩に負うところが非常に大である。

(c) 調整機構の進歩 水平ロール、サイド・ロールの上下調整が容易に行なえる機構に改良されて、薄肉管の造管技術の向上に非常に貢献した。

4.3.1 フォーミング設備

フォーミング・ミルはエンド・ウェルダで連続的に溶接された帯鋼を数段ないしは十数段のロール・スタンドを有する成形機で連続的に管状に成形する設備である。

フォーミング・ロールは通常水平ロールと垂直ロールとが適当に組合わされて配列されている。モーターで駆

動されているロールは多くの場合水平ロールのみである。フォーミング設備の例を写真4.5に示す。

また国内のフォーミング設備の概況一覧表を、表4.6に示す。

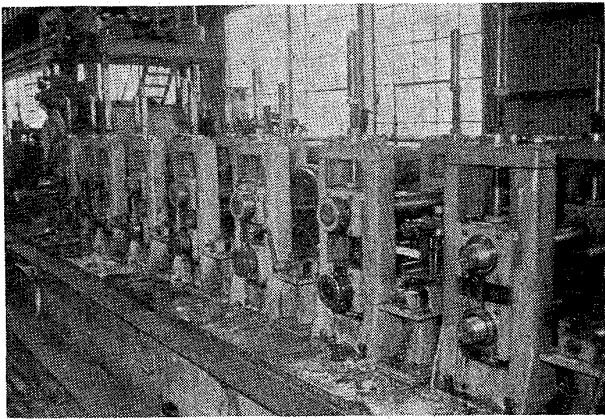


写真 4.5 フォーミングミル

A. 駆動方式 電気抵抗溶接管の造管寸法が大径化されるに応じて、造管機の容量も大きくなつたことは当然である。フォーミング・ミルの容量と駆動モーターとの関係を図4.12に示す。駆動モーターの容量はミルの最大製管外径のほぼ2乗に比例して増加している。なおミルの最小製管外径は、それぞれの容量ごとにほぼ一定して、2" OD ミルで約 $\frac{3}{4}$ " ϕ OD, 6"~8" OD ミルで約 2" ϕ OD, >10" OD ミルでは約 $4\frac{1}{2}$ " ϕ OD となつている。駆動モーターは、漸次 A.C. モーターより D.C. モーターに変わりつつある。現在では D.C. モーターを設置しているのが全体の55%であつて、A.C. とほぼ半々である。小径管サイズのミルについては、フォーミング・ロールとサイジングロールとが共通のライン・シャフト

で駆動されているミルもある。最近のミルにおいては、フォーミング・ロールとサイジング・ロール間の張力と負荷の均衡を保つために、それぞれ独立のモーターで駆動されているものが多い。中径管サイズのミルにおいては水平スタンドごとに独立のモーターが設置されていて、各スタンドのロールが別個に駆動されている。

駆動モーターより、各スタンドのロールまでの駆動系列としては、主として3種類に分類される。それは、① 駆動モーター→主減速機→主駆動軸→ウォーム減速機を経て、下ロール・ギヤーに伝達されるものと、②ウォーム減速機より上ロールギヤーに伝達されるものおよび③ 駆動モーター→チェーン→主駆動軸→ウォーム減速機を経て下ロール・ギヤーに伝達されるものがある。駆動装置の例を、概略図で図4.13に示す。

B. 製管寸法 現在、国内で稼動しているミルの最小造管外径はF-2工場の 13.8 mm であり、最大製管外径は S-4 工場の 406.4 mm である。造管可能肉厚については、最小値は N-4, T, Y-2 各工場の 1.0 mm であり、最大値は S-4, Y-3 各工場の 12.7 mm である。

C. 製管速度 現在、国内で稼動しているミルについて、能力面からみた造管速度の最大は、T工場の97 m/min である。これは直流抵抗溶接方式である。そのほかのミルについては仕様最大速度が 50~60m/min となつているものが多い。低周波電気抵抗溶接では管と電極との接触面積を通じて流れる電流密度に限界があつて、ある一定値 (約160 A/mm²) 以上では、バーニングの発生のために電流に制限があるためである。したがつて、実績の速度が仕様の速度に達していないのがほとんどである。製造速度の向上にたいして障害となつている原因を、各社の設備について概観すれば、前述のウェルダー関係のほかにはフォーミングの能力もしくはフライングカットオフの能力によるものが圧倒的に多い。そのほかコイルのエンド・ウェルド・ショットブラスト、精整関係などが障害の要因となつているところもある。

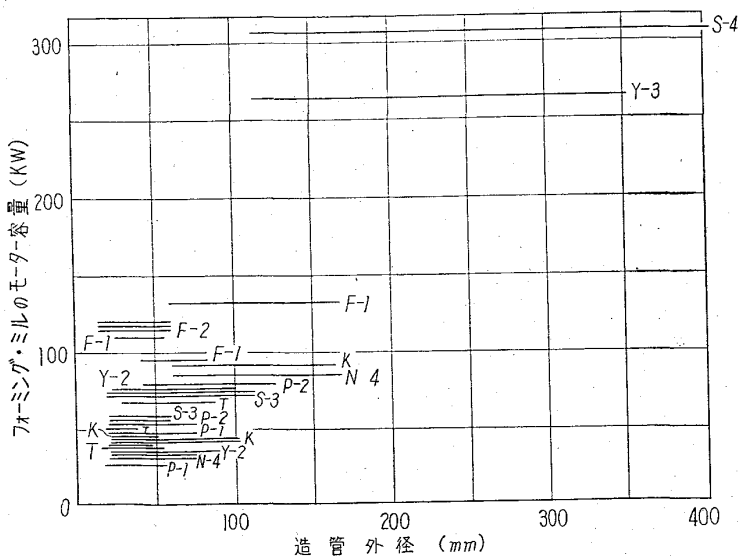


図 4.12 造管外径とフォーミングミルの容量との関係

4.3.2 フォーミング・ロール

各社のフォーミング・ロールの概況を表4.7に示す。ロールの材質としては殆んどが SUJ-2 もしくは SKD-11 である。硬度の指定については Hs-80 以上がほとんどである。設計肉厚については最大肉厚で製作しているところが多いが、一部において数種類の設計肉厚ロール

表4.7 フォーミング・ロールならびに

| 工場名 | 号機 | 材質 | 硬度 (HS) | 仕上げ程度 ¹⁾ | ロールの曲げ型式 | エッジの成形方法 ²⁾ | | |
|-----|----|--|----------------------------|---------------------|----------|------------------------|------|------|
| | | | | | | #1 | #2 | #3 |
| F-1 | 1 | SUJ-2 | 80°以上 | B | C+A | 1.60 | 0 | 0 |
| | 2 | SUJ-2 | 80°以上 | B | C+A | 1.11 | 0 | 0 |
| | 3 | SUJ-2 | 80°以上 | B | C+A | 1.70 | 0 | 0 |
| F-2 | 1 | SUJ-2 または SKD-11 | 80°~85° | B | C+A | 1.65 | 0 | 1.50 |
| | 2 | " | 80°~85° | B | C+A | 1.50 | 0 | 1.50 |
| | 3 | " | 80°~85° | B | C+A | 1.60 | 0 | 1.60 |
| K | 1 | SUJ-2, SKD-11, SLD | 83°±3° | B | B+A | 1.06 | 0 | 0 |
| | 2 | SUJ-2, SKD-11, SLD | 83°±3° | B | B+A | 1 | 0 | 0 |
| | 3 | SUJ-2, SKD-11, SLD | 83°±3° | B | B+A | 1.01 | 0 | 0 |
| | 4 | SUJ-2, SKD-11, SLD | 83°±3° | B | B+A | 1.033 | 0 | 0 |
| N-4 | 1 | SKD-11 | 80°以上 | B | C | 0 | 0 | 0 |
| | 2 | SKD-11 | 80°以上 | B | C | 0 | 0 | 0 |
| | 3 | SKD-11 | 80°以上 | B | C+A | 1.33 | 0 | 0 |
| P-1 | 1 | SUJ-2 または SKD-11 | 80°±2° | A | C+A | 1.0 | 0 | 0 |
| | 2 | " | 80°±2° | A | C | 0 | 0 | 0 |
| | 3 | SUJ-2, SKD-11 | 80°±2° | A | C | 0 | 0 | 0 |
| | 4 | SUJ-2, SKD-11 | 80°±2° | A | C | 0 | 0 | 0 |
| P-2 | 1 | SUJ-2, SKD-11 | 80°~85° | B | C+A | 1.15 | 0 | 0 |
| | 2 | SUJ-2, SKD-11 | 80°~85° | B | C | 0 | 0 | 0 |
| | 3 | SKD-11 | 80°~85° | A | C | 0 | 0 | 0 |
| | 4 | SUJ-2, SKD-11 | 80°~85° | A | C+A | 1.18 | 0 | 0 |
| S-3 | 1 | SKD-11 | 81°以上 | A | C+A | 1 | 0 | 0 |
| | 2 | SKD-11 | 81°以上 | A | C+A | 1 | 0 | 0 |
| | 3 | SKD-11 | 81°以上 | A | C+A | 1 | 0 | 0 |
| | 4 | SKD-11 | 81°以上 | A | C+A | 1 | 0 | 0 |
| S-4 | 1 | SLD | 80°以上 | A | C | 0 | 0 | 0 |
| T | 1 | SKD-11 | 80°~85° | B | C+A | 2.0 | 1.6 | 1.5 |
| | 2 | SKD-11 | 80°~85° | B | C+A | 1.3 | 0 | 1.28 |
| | 3 | SKD-11 | 80°~85° | B | C | 0 | 0 | 0 |
| | 4 | SKD-11 | 80°~85° | B | C+A | 1 | 0 | 0 |
| Y-2 | 1 | SUJ-2, SKD-11 | 80°~85° | B | C | 0 | 0 | 0 |
| | 2 | SUJ-2, SKD-11 | 80°~85° | B | C | 0 | 0 | 0 |
| Y-3 | 1 | FCC, ロロイマキントン シュ高炭素高クロム鋼 (アルゲニラドラム社) | (B) 70°~80° (F) 75°~85° | B | C+A | 1.79 | 1.37 | 1.20 |

注 1) 仕上げ程度, 次の分類により記入する.

A グラインダー研磨仕上げ

B エメリー・ペーパー類研磨仕上げ

2) 帯鋼エッジ部におけるロール曲げ半径 (γ) と最終フィン・パス・ロールにおけるエッジ部の曲げ半径 (γ_n) との比 (γ/γ_n) である.

3) A=手前側のスタンドをはずしてロールを取り替える.

B=ジョイントを外してロールシャフト軸受けともに取出して分解して, それを組立てスタンドに挿入する.

C=ジョイントをはずしてロールシャフト軸受けともに取りはずしてあらかじめ予備のシャフトに組立

フォーミングに作業の概況

| 場 工 名 | 号 機 | 薄肉造管の実績 | | 厚肉造管の実績 | | ロール の取替 方法 ³⁾ | 一段取替えの所要 工数 ⁴⁾ | | 潤滑油 |
|-------------|--------|--------------|----------------|-----------------------|----------------|--------------------------------|-----------------------------------|-------------------|-------------|
| | | 最小肉厚 (mm) | 最 小 t/D (%) | 最大肉厚 (mm) | 最 大 t/D (%) | | フォーミン グロールの み ⁵⁾ | 全 体 ⁶⁾ | |
| | | t (D) | t/D (D) | t (D) | t/D (D) | | | | |
| F-1 | 1 | 1.2(54.2) | 2.2(54.2) | 3.9(42.7) | 9.11(42.7) | F | 13.5 | 33 | ソリブルオイル |
| | 2 | 1.2(54.2) | 2.0(75.0) | 3.5(41.0) | 8.5(41.0) | A | 12.0 | 30 | ソリブルオイル |
| | 3 | 2.3(127.0) | 1.8(127.0) | 6.0(90.0) | 8.1(60.5) | C | 30.0 | 72 | ソリブルオイル |
| F-2 | 1 | 1.2(42.7) | 2.82(42.7) | 4.0(42.7) | 13.3(17.3) | E | 6~9 | 27.5~50 | ヴァニソール |
| | 2 | 1.2(42.7) | 2.82(42.7) | 3.5(48.6) | 16.7(13.8) | F | 6~9 | 27.5~50 | ヴァニソール |
| | 3 | 1.2(42.7) | 2.82(42.7) | 4.0(42.7) | 13.3(17.3) | E | 6~9 | 27.5~50 | ヴァニソール |
| K | 1 | 1.2(42.7) | 2.81(42.7) | 4.2(101.6) | 11.2(27.7) | A | 5~6 | 19.0~23 | サンカット ZA |
| | 2 | 1.8(60.5) | 2.12(165.2) | 6.0(114.3) | 8.3(60.5) | C | 11~20 | 60.0~80 | サンクール 2号 |
| | 3 | 1.2(31.8) | 3.77(31.8) | 3.3(34.0) | 11.8(27.2) | A | 4~5 | 16.0~20 | サンカット ZA |
| | 4 | 1.2(42.7) | 2.81(42.7) | 4.2(60.5) | 9.6(42.7) | A | 5~6 | 19.0~23 | サンカット ZA |
| N-4 | 1 | 1.9(27.2) | 5.40(42.7) | 4.0(34.0) | 12.1(34.0) | A | 18~22 | 28~35 | ユシロゲン GC |
| | 2 | 2.0(63.5) | 3.14(63.5) | 4.0(45.0) | 8.90(45.0) | A | 18~22 | 28~35 | ユシロゲン GC |
| | 3 | 2.4(76.3) | 2.90(139.8) | 7.1(168.3) | 5.20(114.3) | A | 38~72 | 64~84 | ユシロゲン GC |
| P-1 | 1 | 1.2(31.8) | 3.77(31.8) | 3.8(60.5) | 12.4(21.7) | A | 12~18 | 29~43 | ダイロール S-1 |
| | 2 | 1.2(54.0) | 2.22(54.0) | 2.0(22.2) | 9.0(22.2) | A | 4~6 | 10~28 | ダイロール S-1 |
| | 3 | 1.2(25.4) | 4.7(25.4) | 2.8(75.2) | 6.4(25.4) | A | 13~20 | 30~45 | ダイロール S-1 |
| | 4 | 1.2(19.1) | 6.3(19.1) | 2.3(21.0) | 11.0(21.0) | A | 8~11 | 21~30 | ダイロール S-1 |
| P-2 | 1 | 1.3(50.0) | 2.6(50.0) | 3.8(34.0) | 12.9(21.7) | A | 10~18 | 25~45 | ミルカット |
| | 2 | 1.6(60.5) | 1.84(125.0) | 5.1(88.9) | 8.95(42.5) | A | 16~20 | 55~75 | ミルカット |
| | 3 | 1.2(25.4) | 4.72(25.4) | 2.3(17.3) | 13.3(17.3) | A | 8~10 | 20~26 | ミルカット |
| | 4 | 1.0(38.1) | 2.63(38.1) | 3.1(21.4) | 14.5(21.4) | A | 12~20 | 30~50 | ミルカット |
| S-3 | 1 | 1.2(48.6) | 2.5(48.6) | 5.0(60.5) | 12.9(21.7) | A | 9~15 | 30~50 | ダイロール No. 1 |
| | 2 | 1.2(48.6) | 2.4(48.6) | 4.7(42.7) | 12.9(21.7) | A | 6~8 | 21~28 | ダイロール No. 1 |
| | 3 | 1.2(48.6) | 2.5(48.6) | 4.7(42.7) | 12.9(21.7) | A | 6~8 | 21~28 | ダイロール No. 1 |
| | 4 | 1.2(48.6) | 2.5(48.6) | 5.0(48.6) | 10.3(68.6) | A | 10.5~18 | 35~60 | ダイロール No. 1 |
| S-4 | 1 | 2.5(216.3) | 1.1(406.4) | 12.7(267.4 ~406.4) | 6.1(114.3) | A | 60~90 | 120~180 | 日 東 No. C |
| T | 1 | 1.2(38.1) | 3.15(31.8) | 2.8(27.2) | 12.9(21.7) | A | 6~8 | 21~30 | ストロール C-4 |
| | 2 | 1.2(55.0) | 1.8(89.1) | 4.2(89.1) | 10.0(35.0) | A | 10~18 | 33~51 | ストロール C-4 |
| | 3 | 1.0(51.8) | 3.15(31.8) | 2.5(28.6) | 8.75(28.6) | A | 7.5~10 | 30~40 | ストロール C-4 |
| | 4 | 1.2(55.0) | 2.18(55.0) | 2.8(21.7) | 12.9(21.7) | A | 1.0~1.5 | 21~28 | ストロール C-4 |
| Y-2 | 1 | 1.2(34.0) | 2.4(88.9) | 5.8(101.6) | 12.9(21.7) | C | 14~22 | 50~80 | 丸 菱 No. 1 |
| | 2 | 1.9(27.2) | 5.6(42.7) | 3.5(42.7) | 12.9(21.7) | A | 14~26 | 60~90 | 丸 菱 No. 1 |
| Y-3 | 1 | 2.4(114.3) | 1.4(355.6) | 12.7(267.4 ~355.6) | 5.8(165.2) | C | 56~84 | 102~148 | 日 石 C |

てられたロールを挿入する。

D=スタンドごとにヘッドより取りはずして、スタンド、シャフトロールを分解し、それを組立ててヘッドに取付ける。

E=スタンドごとにヘッドより取りはずして、あらかじめ予備のスタンドに組立てられたロールをスタンドごとに取り替える。

F=手前側のスタンドをはずしてロールを取替えるとともに駆動キャーも取替える。

4) 工数=人員×時間

5) 材料を通すまでの調査を含む。

6) 作業停止より、次の造管開始までの全停機時間を含む。

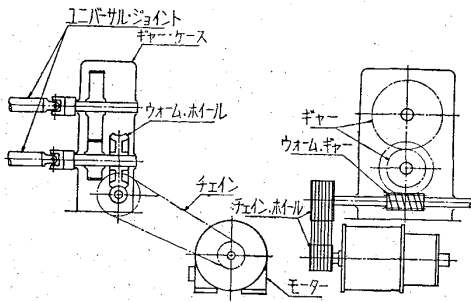


図 4.13 駆動装置 (S-3工場)

を用意して、成形の最初のロールの取替えを行なっている工場がある。なお、帯鋼エッジの成形性を良好ならしめるために、最初のフォーミング・ロールにおいてエッジ・フォーミングを採用しているところが多い。

ロールの表面仕上げ程度については、エメリーペーパー類にて研磨を行なっているところが多い。グラインダー研磨の工場も数工場ある。フォーミング・ロールの摩耗箇所については、各工場においてはほぼ共通である。すなわちブレイク・ダウン・ロールではカリバー面の中央部と端部とであり、サイド・ロールでは材料のエッジが接触する部分である。フィン・パス・ロールの摩耗はその工場も最も大きく、とくにカリバー面のサイドと天地との摩耗が著しいようである。ロールの研磨基準については各工場でかなり差があるが、平均すれば約 600 km の延造管長さで研磨している。(最低 500 km~最高 1,000 km) 廃却基準を研磨回数で表わせば、最小 2 回から最大 30 回と、各工場でかなりの差異がある。

4.3.3 フォーミング作業

前述のごとく管の品質を大きく支配するフォーミング作業について、各社ともその安定と能率の向上のために、種々検討を行なってきた。各社のフォーミング作業の概況を表 4.7 に示す。

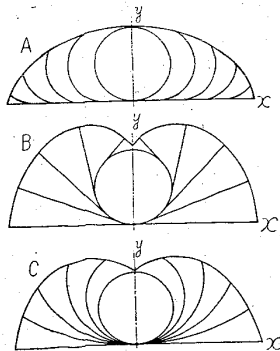


図 4.14(A) エッジ、ベンディングの典型
 図 4.14(B) センター・ベンディングの典型
 図 4.14(C) サーキュラー・ベンディングの典型

A. ロール・カリバーの設計 フォーミング・カリバーの設計は、管の溶接の良否と表面状況に直接影響を与えるものである。フォーミングの方法を帯鋼の曲げ型式から分類すると、①エッジ・ベンディング 帯鋼の両端から最終管に近い曲げ半径で曲げる方法 ②センター・ベンディング 帯鋼の中心から最終管に近い曲げ半径で曲げる方法。③サーキュラー・ベンディング 帯鋼を単一円弧状に順次曲げる方法の 3 つの基本型にわけられる。(図 4.14 参照)

曲げ型式をフラワーから見た軌跡ならびにエッジの全軌跡長さ (x-y 面) を求めるとつぎのごとくである。

- ① エッジ・ベンディング (サイクロイド曲線)

$$x = D/2(\pi - \alpha + \sin \alpha)$$

$$y = D/2(1 - \cos \alpha)$$

$$L = \int_0^\pi \sqrt{dx^2 + dy^2} = D/2 \int_0^\pi \sqrt{2(1 - \cos \alpha)} \cdot d\alpha = 2 \cdot 0D$$

ここで、x, y = 帯鋼の中心を基準にしたエッジの座標 L = エッジの全軌跡長さ、D = 管外径、α = 帯鋼の曲げ角度 × 1/2 である。

- ② センター・ベンディング (インボリュート曲線)

$$x = D/2\{\sin \alpha + (\pi - \alpha) \cos \alpha\}$$

$$y = D/2\{1 - \cos \alpha + (\pi - \alpha) \sin \alpha\}$$

$$L = \int_0^\pi \sqrt{dx^2 + dy^2} = D/2 \int_0^\pi (\pi - \alpha) d\alpha = 2 \cdot 47D$$

- ③ サキュラー・ベンディング

$$x = \pi D/2\alpha \cdot \sin \alpha$$

$$y = \pi D/2\alpha \cdot (1 - \cos \alpha)$$

$$L = \int_0^\pi \sqrt{dx^2 + dy^2}$$

$$= \frac{\pi D}{2} \int_0^\pi \frac{1}{2} \sqrt{1 + 2/\alpha^2 + 2 \sin \alpha/\alpha - 2 \cos \alpha/\alpha^2} \cdot d\alpha = 2 \cdot 22D$$

上式の結果から見られるように、帯鋼がオープン・パイプに成形されるまでの全軌跡長さについては、エッジ・ベンディングが最も短かく、センター・ベンディングが最も長い。サーキュラー・ベンディングがこれら両型式の間である。

国内の電気抵抗溶接鋼管の製造ミルのフォーミング型式を分類すると、表 4.8 のごとくほとんどサーキュラー・ベンディングか、もしくはサーキュラー・ベンディングとエッジ・ベンディングとの組合わせが多い。小径管ミルにおいて、とくに上記の組合わせ型式の多いのは、エッジの成形性が比較的安定していることによるものと考えられる。なお、各種型式のフォーミング・フラワーの例を図 4.15 に示す。

表 4.8 国内電気抵抗溶接管ミルのフォーミング型式

| 型式 | C | C+A | B+A |
|---------|---|-----|-----|
| ミルの能力 | | | |
| = 60°5φ | 2 | 8 | 1 |
| ∠114°3φ | 7 | 6 | 3 |
| ∠165°2φ | 1 | 0 | 1 |
| ∠216°3φ | 1 | 1 | 0 |
| >216°3φ | 1 | 1 | 0 |

表 4.9 国内電気抵抗溶接管ミルにおけるスタンド型式と使用スタンド数

| 製管寸法 | ヨルダー型* | エトナ型 | マッケイ型 | AEF型 | その他 |
|---------|--------|------|-------|-------|-----|
| 34°0φ | 9~11 | 11 | 9 | 10~13 | |
| 101°6φ | 13 | 11 | 9~10 | 13 | 9 |
| 165°2φ | 10 | 10 | 9~10 | — | 12 |
| >165°2φ | 10 | 10 | 9~10 | — | |
| 国内設置台数 | 7 | 9 | 2 | 9 | 2 |

* ヨルダー型; 上下ロールとサイド・ロールとが交互に配列されている。

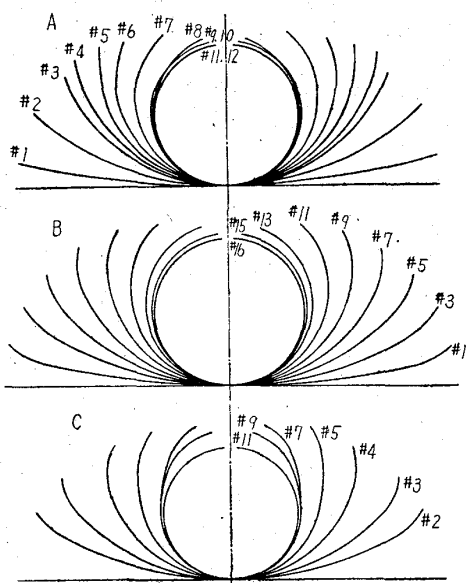


図 4.15 フォーミングフラワの例
 (a) C-型式 (Y-2 工場), 60°5φ×3'8
 (b) (C+A)-型式 (S-3 工場), 114°3φ×4'5
 (c) (B+A)-型式 (K- 工場), 89°1φ×4'2

B. フォーミング・スタンドの配列と使用スタンド数

国内で稼働している電気抵抗溶接管のフォーミング・ミルを、スタンドの配列型式と使用スタンド数とから分類すると、表 4.9 のごとくである。フィンパスのみクラスター式に配列され、ほかはすべて水平ロールと垂直ロールとが交互に配列されている方式が比較的多い。(この方式は国産ミルに多く採用されているものであるが、AEF 社で最初採用された方式であるので、かりに AEF 型と名づける。)これについて、全スタンドが水平と垂直との交互配列から成っている小径ヨルダー型が多い。しかし最近では成型の中期で垂直ロールのクラスター方式を採用するエトナ型がかなり多く採用され出した。なお、中径管サイズに見られるヨルダー型は、このエトナ型を若干変化させたものに近い。(図4.16参照)

エトナ型; ブレイク・ダウン・パスとサイド・パスとがそれぞれクラスターとなつている。

マッケイ型; ブレイク・ダウン・パスとフィン・パス

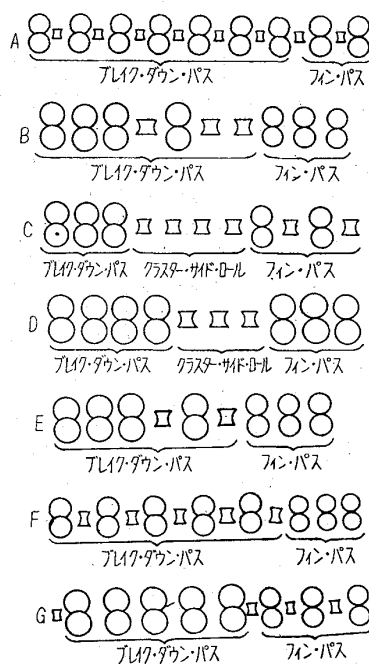


図 4.16 スタンドの配列形式

- B 小型ヨルダー型 P-12, S-3-1~4, T-3~4, Y-2-2
 - 中径ヨルダー型 Y-3
 - C 小径エトナ型 N-4-1-2, P-2-2, Y-2-1
 - D 中径エトナ型 S-4
 - E マッケイ型 F-1-3, N-4-3
 - F AEF 型 F-1-~2, F-2-1~3, K-1, K-3~4, P-1-1, P-2-1, T-2
 - G その他 K-2, T-1
- (注) 詳細については若干変動がある。

とがクラスターで中間が交互配列である。

AEF 型; フィン・パスのみクラスターではほかは交互配列である。

C. 薄肉ならびに厚肉造管の実績 現在の薄肉造管の実績としては、P-2 工場と T 工場の 1°0mmt が最小である。t/D の最小実績については S-4 工場の 1°1% であるが、これは中径管サイズであつて、小径管サイズ

については 2%が国内の最小実績と考えられる。厚肉の造管実績についてはミルの容量ではほとんど決定されているのが実情である。中径管サイズでは 12.7 mm (S-4, Y-3 各工場), 小径管サイズでは t/D 16.7% (F-2 工場) が最大の実績である。

薄肉造管については、① 継目無鋼管では造管不可能である。② 抗張力を上げて、肉厚を薄くする要求が強い、ことなどによつて、将来ますます重要視されるものと考えられる。しかし薄肉造管の技術はつぎのような理由により、造管技術の中でも困難なもの一つである。

① ブレイク・ダウン・ロールでエッジ・ストレッチが発生しやすいこと。② エッジ・バックリングが発生しやすいこと。③ 電極下でシームのラップやコラプスが発生しやすいこと。④ 帯鋼にキャンパー、波打ちが多いこと。

これにたいして、各社がそれぞれの検討を行なつて、薄肉管の品質の向上に努力しているが、現在までの対策の成果を整理するとつぎのごとくである。

(a) クラスタ・サイド・ロールの使用 水平、垂直の交互配列ロールでは、垂直ロールで強く締めなければ水平ロールで疵がつき、強く締めると垂直—水平間でバックリングが発生する。このために成形の中期をクラスタ・サイド・ロールによつて成形する方法が採用されている。

(b) 下ロール高さの調整 下ロール高さを適宜カーブさせて、成形の初期に縁に張力がかからないようにする。成形の中期に、縁は張力をかけて坐屈を防ぐ。現在の新しいミルはほとんど、下ロール高さが自由に調整できるようなユニバーサル・ジョイント駆動方式である。

(c) スタンド間隔の短縮 スタンド間隔（とくにフィンパス・スタンド間の間隔）を狭くすることによつてエッジのバックリングに対する抵抗を大きくする。

(d) フィン・パスの絞りの増大 フィンパスの絞りを大にしてエッジに張力を与え坐屈を防ぐ。

上記の対策の結果、薄肉造管の実績が最近になつて非常に向上した。それらの実績の推移を図4.17に示す。

D ロール組替え潤滑の方法

各工場のロール組替え、潤滑の方法の概況を表4.7に示す。ロール組替えの方法としては、操作側のスタンドをはずしてロールのみを取替えるところが多い。このほかロール・シャフトごとに取りはずして、あらかじめ組立てられたロール、ロール・シャフト、ジョイントを挿入する方法 (F-1, K, Y-3 各工場) やスタンドごとにベッドより取りはずして、あらかじめ予備のスタンド

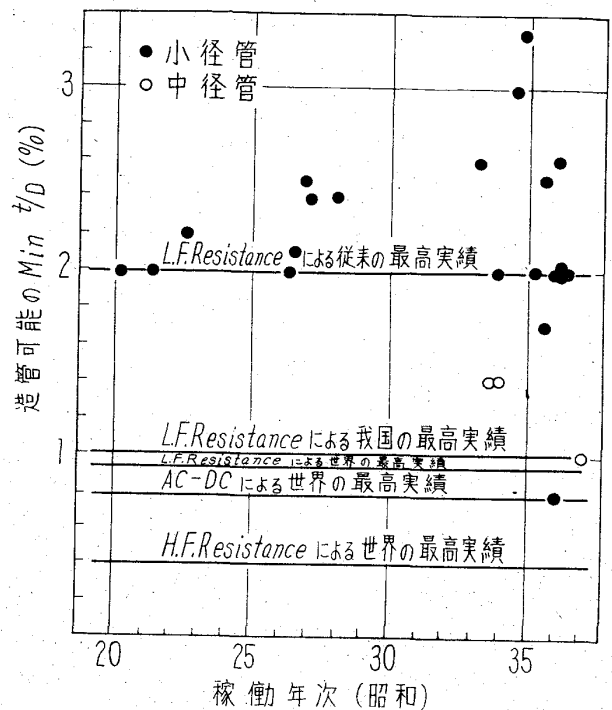


図 4.17 わが国における薄肉造管の実績の向上

に組立てられたロールをスタンドごとに取り替える方法 (F-2工場) を採用している場合もある。ロール組替えに要する工数については造管寸法によつて、大きく変わるのでそれらの直接の比較は困難である。現状においては、フォーミング・ロールのみの組替え工数として、1工数 (T工場) から最大90工数 (S-4 工場) と変動している。ロールと材料間の潤滑についてはほとんどの工場が水溶性切削油であり、その濃度は 1%~10% である。

4.3.4 技術事項

A フォーミング工程における問題点 帯鋼から鋼管に成形されていく過程については、これまでも実際の生産に結びついた形である程度推測されていた。しかし帯鋼の変形応力および歪の定量的な観測、それに対する理論的な裏付けなどについては、冷間加工におけるほかの多くの問題と同様未解決の部分が残されている。

実際のフォーミング・ミルにおける作業は、帯鋼の材質、寸法だけでなく、スタンド配列、フォーミングの形式などの多くの造管条件により、それぞれのミルでちがった形の問題として現われる。しかしいずれの問題についても本質的にはつぎの二つに起因するものがほとんどである。

第一は、フォーミングの初期において発生するエッジ・ストレッチによるものであり、第二は、成形された

表 4.11 スプリング・バックに対する防止策

| 工場名 ミルNo. | スプリングバック に対する対策 | F-1 | | F-2 | N-4 | | S-3 | S-4 | T | | P-1 | K | P-2 | | | | Y-2 | Y-3 |
|--------------|--------------------|-----|---|-----|-----|---|-----|-----|-----|---|-----|---|-----|---|---|---|-----|-----|
| | | 1,2 | 3 | | 1,2 | 3 | | | 1,3 | 4 | | | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| | | ○ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | |
| 1 | エッジ・フォーミングの採用 | ○ | | | ◎ | ◎ | ◎ | | | ◎ | | ◎ | ◎ | | | ◎ | | |
| 2 | クラスター・ロールの使用 | | | ◎ | ◎ | ◎ | | | | ◎ | | | | | ◎ | | ◎ | ◎ |
| 3 | サイド・ロールの調整 | | | | | | ◎ | ◎ | | | | ◎ | | | | ◎ | | |
| 4 | フィン・パスにおける圧下量の増大 | ◎ | ◎ | | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | | ◎ | ◎ | | | | | | ◎ | ◎ |
| 5 | フィン・パス・スタンドの増強 | | | ◎ | | | | | | | | ◎ | | | | | | |
| 6 | コンケープ・ロールの使用 | | | | | | ◎ | | | | | ◎ | ◎ | | | ◎ | | |
| 7 | バンパーガイドの使用 | | | | | | | | | | | | | | | | | ◎ |

表中「外径および t/D による専用ロールを使用する」という対策はエッジ・フォーミングを行なっている場合には効果がある。しかし、ロールの管理、運用が複雑になり、ロール組替え頻度が多くなるため稼働率が低下するという欠点もある。

「フォーミング中・管に長さ方向の張力を与える」ため現在広く行なわれている方法は、下ロール高さの調整であり、具体的な実施例を図4.19に示した。T工場 No. 2ミルの調整方法は典型的なアップ・ヒル型であり、S-3工場のそれはダウン・ヒル型であるが、現在のところいずれの方法がより効果的であるかについては結論が得られていない。

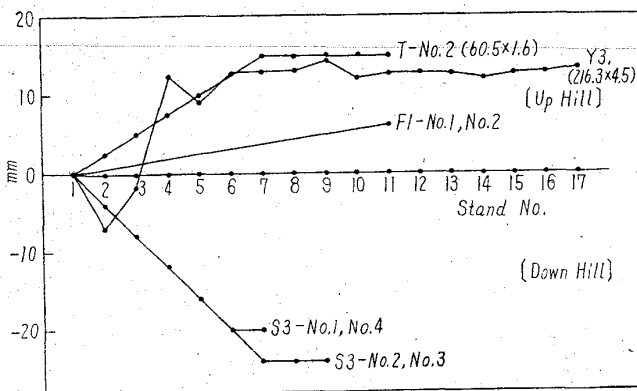


図 4.19 下ロール高さ調整の実施例

(b) スプリング・バックによる障害およびそれに対する対策 スプリング・バックに起因する悪影響としては、エッジの成形が不完全になるため、ウェルディング・スロートにおける形状、とくにエッジおよび電極輪の相対的な位置関係がはじめに計画した状態に正しくセットされず、溶接部品質が不安定になる点に要約される。これに関する派生的な障害として、ロールおよび電極輪の異常磨耗、ロール・マークの発生などがある。これに対

する対策について表4.11に示した。

エッジ・フォーミングを行なうにしても、フィン・パスの圧下量を大きくするにしても、基本的にはウェルディングスロートにおけるスプリングバック量を見込んだ変形量を与えることである。

フィン・パスにおける変形量については図4.20に示した。この例では、それぞれのミルについてスプリング・

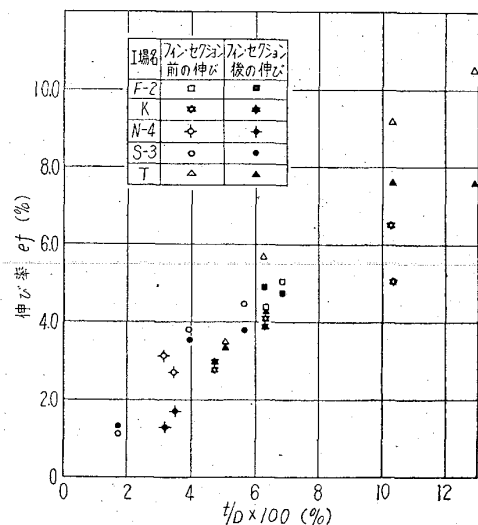


図 4.20 フィンパス・セクションにおける伸びバック量の大きい管サイズを選んである。帯鋼が管の曲率にひとしい形状まで成形されたとき生じる歪の大きさは、理論的には $t/D \times 100$ (%) にひとしい、図4.20においても、フィン・パスにおける歪は $t/D < 5\%$ ではほぼ $e_f = t/D \times 100$ の線にそつているが、 t/D の大きい場合にははなれている。これはスプリングバックよりもむしろエッジの成形性によるもので、スプリング・バックに関して問題になるのは $t/D < 7\%$ の範囲であろう。

C. フォーミング・プロセスにおける材料の変形について 電縫鋼管のフォーミングにおけるいくつかの間

表 4.12 試験材および試験条件

| 下ロール・セッティング | 試験に使用した帯鋼 | | | | | | | | | | | 造管後の管種 | 担当会社(工場)名 | 造管時の条件 (I) | | | 備考 |
|-------------|-----------|-------|---------------|--------------------------|--------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|-----------|-----------|-------------------|---------------|------|---|
| | 寸法 (mm) | | 材質 (*印はスキップス) | | 成分 (%) | | | | | | 号機 | | | フォーミングの形式 | t/D × 100 (%) | | |
| | 厚さ | 中 | 付号 | YS kg/mm ² | TS kg/mm ² | C | Si | Mn | P | S | | | | | | Cu | |
| 水 平 | 1.6 | 190 | SPH-1* | 36.0 | 39.0 | 0.07 | 0.01 | 0.34 | 0.024 | 0.031 | 0.08 | STKM-30相当 | S-3 | 1 (ヨ-ダ) | A+C | 2.63 | ①フォーミングの形式については表4-8を参照のこと ②ミル番号は表4-6による。 |
| | 2.3 | 189 | SPH-3 | 37.0 | 50.0 | 0.16 | Tr | 0.44 | 0.017 | 0.026 | 0.08 | STK-41 | K | 3 (自社) | A+B | 3.80 | |
| | 2.3 | 192 | SPH-1 | 25.2 | 35.6 | 0.08 | 0.01 | 0.32 | 0.009 | 0.020 | 0.09 | STK-41 | P-1 | 1 (池貝) | A+C | 3.80 | |
| | 2.4 | 187 | SPH-3 | 32.1 | 39.2 | 0.14 | Tr | 0.38 | 0.008 | 0.025 | - | STK-41 | P-2 | 2 (7A1 イトナ) | C | 3.97 | |
| | 3.6 | 196 | SPH-6* | - | 42.0 | 0.15 | 0.01 | 0.48 | 0.018 | 0.025 | 0.10 | SGP | F-1 | 3 (ワパブリック) | C | 5.95 | |
| | 3.8 | 186.3 | SPH-1 | 26.3 | 39.2 | 0.07 | 0.04 | 0.42 | 0.018 | 0.014 | 0.070 | SGP | Y-2 | 2 (7A1 イトナ) | C | 6.28 | |
| | 3.8 | 187 | SPH-1 | 27.0 | 35.5 | 0.10 | 0.01 | 0.36 | 0.016 | 0.016 | - | SGP | F-2 | | A+B | 6.28 | |
| アップ・ヒル型 | 1.6 | 192.8 | SPH-1 | - | 34.0 | 0.08 | 0.01 | 0.32 | 0.011 | 0.027 | 0.11 | STKM-30相当 | T | 2 (池貝) | A+C | 2.63 | |
| ダウン・ヒル型 | 2.3 | 190 | SPH-3 | 31.9 | 45.1 | 0.13 | 0.06 | 0.48 | 0.023 | 0.025 | - | STK-41 | N-4 | 2 (7A1 イトナ) | C | 3.80 | |

| 担当会社 (工場)名 | 造管時の条件 (II) | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|---|---|
| | フォーミング・スタンドの配列およびロール間隔 (mm) (◎は駆動ロールを示す) | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | S | |
| S-3 | ◎ | □ | ◎ | □ | ◎ | □ | ◎ | □ | ◎ | □ | ◎ | □ | ◎ | □ | スタンド間隔はすべて 304.8 |
| K | ◎ | □ | ◎ | □ | ◎ | □ | ◎ | □ | ◎ | □ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | 610 610 610 610 305 305 610 610 784 |
| P-1 | ◎ | □ | ◎ | □ | ◎ | □ | ◎ | □ | ◎ | □ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | 300 300 300 300 300 300 300 300 300 300 460 |
| P-2 | ◎ | ◎ | ◎ | □ | ◎ | □ | □ | □ | ◎ | □ | ◎ | | | ◎ | 533.4 533.4 444.5 444.5 444.5 393.7 393.7 444.5 444.5 444.5 671.3 |
| F-1 | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | □ | ◎ | □ | ◎ | □ | ◎ | □ | | | ◎ | 535 535 535 450 450 876 760 712.6 600 |
| Y-2 | ◎ | ◎ | ◎ | □ | ◎ | □ | □ | □ | ◎ | □ | ◎ | □ | | ◎ | 615.95 615.95 495.3 495.3 495.3 444.5 444.5 495.3 495.3 495.3 608 677 |
| F-2 | ◎ | □ | ◎ | □ | ◎ | □ | ◎ | □ | ◎ | ◎ | ◎ | □ | | ◎ | 292 292 292 292 292 292 292 292 355 355 292 645 |
| T | ◎ | | ◎ | □ | ◎ | □ | ◎ | □ | ◎ | □ | ◎ | ◎ | | □ | |
| N-4 | ◎ | ◎ | ◎ | □ | □ | □ | □ | ◎ | □ | ◎ | □ | | | ◎ | 406 406 305 260 232 212 279 286 286 467 498 |

題を解明する手がかりを得るため、各社共通のテーマにもとづく材料の変形量の調査を実施した。調査にさいしては、実際の操業における諸条件をそのまま試験材のフォーミングに再現することはむずかしく、いくつかの仮定を設けた。また、管の肉厚および下ロール調整をパラメーターとしたが、これらのほかにも帯鋼材質、フォーミングの形式、スタンドの配列なども条件に含めるべきものである。

(a) 試験条件 外径 60.5 mm に対して肉厚は、1.6~3.8 mm の範囲で5水準、下ロール高さの調整方法は、アップ・ヒル・ダウン・ヒルおよび水平（調整せず）の3水準をとり、表4.12に示したようにそれぞれの組み合わせを各社が分担して行なつた。

(b) 試験方法 管外径が 60.5 mm となるような帯鋼を使用し、造管後に管の外表面になる帯鋼面について変形量を求めた。種々の歪の測定位置は、対応するスタンドの中心線から出口側にわずかに進んだ位置（それぞれのミルの最小スタンド間隔の1/4以内）にとつた。

標点は帯鋼の同一断面上の両エッジ部（エッジから25 mm）および中央部（板幅の1/2の点）に3点選び、これをそれぞれのミルのスタンド間隔に等しく、スタンド数だけ打刻した。

さらにそれぞれの点（nをスタンド数とすれば3n個を中心として半径 20 mm の円をえがき、その円周上に8個の標点を打刻した。（図4.21）

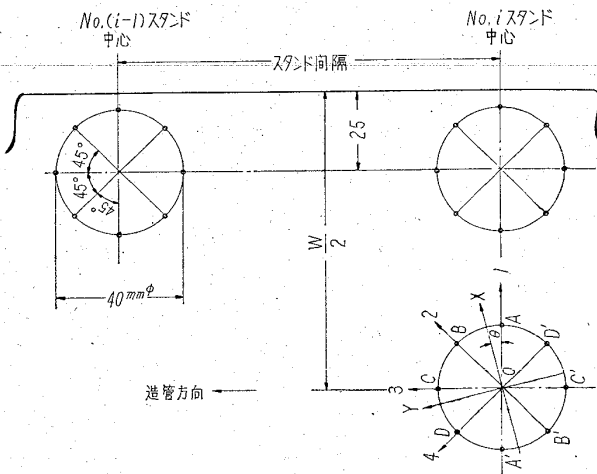


図 4.21 8 標 点 の 打 刻

① 伸び率：変形前後の帯鋼幅の変化およびスタンド間隔に等しくとつた長さ方向の標点距離の変化から次式により幅方向、長さ方向の伸び率を求めた。

$$e = \frac{l - l_0}{l_0} \times 100 (\%) \dots \dots \dots (1)$$

e: 伸び率

l_0 : 変形前の帯鋼幅またはスタンド間隔

l : 変形後の帯鋼幅またはスタンド間隔

② 主歪：前述の8標点を用いて各点における歪を求めた。図4.21において、X、Yは変形の主歪の方向である。いまX方向の伸び率をa、Y方向の伸び率をbとすれば、A、A'方向の線上にある(ξ, η)なる点は、変形後には{(1+a)ξ, (1+b)η}に移る。したがって変形前における。

$$\xi^2 + \eta^2 = \rho^2 \dots \dots \dots (2)$$

の関係は、

$$(1+a)^2 \xi^2 + (1+b)^2 \eta^2 = \rho^2 (A \cos^2 \theta + B \sin^2 \theta) \dots \dots \dots (3)$$

となる。ここで

$$A = (1+a)^2 \quad B = (1+b)^2$$

である。

これは $\rho = A, A'$ とすれば、標点距離 A, A' の2乗式(2)が変形後(3)となることを示している。したがって1, 2, 3, 4の各方向の伸び率に1を加えたものを e_i ($i=1, 2, 3, 4$) とすれば

$$\left. \begin{aligned} e_1 &= A \cos^2 \theta + B \sin^2 \theta \\ e_2 &= A \cos^2 \left(\theta + \frac{\pi}{4} \right) + B \sin^2 \left(\theta + \frac{\pi}{4} \right) \\ e_3 &= A \cos^2 \left(\theta + \frac{\pi}{2} \right) + B \sin^2 \left(\theta + \frac{\pi}{2} \right) \\ e_4 &= A \cos^2 \left(\theta + \frac{3}{4} \pi \right) + B \sin^2 \left(\theta + \frac{3}{4} \pi \right) \end{aligned} \right\} (4)$$

がなりたつ。さらにこれから

$$\left. \begin{aligned} e_1^2 + e_3^2 &= A + B \\ e_2^2 + e_4^2 &= A + B \\ e_1^2 - e_3^2 &= (A - B) \cos 2\theta \\ e_2^2 - e_4^2 &= (A - B) \sin 2\theta \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (5)$$

がえられる。(5)式を

$$e_1^2 + e_3^2 - \frac{A}{2} = A - B \dots \dots \dots (6)$$

$$(e_1^2 - e_3^2) \sec 2\theta = A - B \dots \dots \dots (7)$$

$$(e_2^2 - e_4^2) \operatorname{cosec} 2\theta = A - B \dots \dots \dots (8)$$

$$\theta = \frac{1}{2} \cot^{-1} \frac{e_1^2 - e_3^2}{e_2^2 - e_4^2} + 0 \text{ または } \frac{\pi}{2} \dots \dots \dots (9)$$

のように変形することにより、A、Bおよびθが求められる。ここで

$$A = (e_1^2 + e_3^2) - (e_2^2 + e_4^2)$$

であり、(5)式のはじめの2式が、実際には完全に等しくならぬために生じる差である。(6)式から(8)式までを使って求められた。AおよびBから主歪は次式により求められる。

$$\epsilon_x = \frac{1}{2} l_n A \dots\dots\dots (10)$$

$$\epsilon_y = \frac{1}{2} l_n B \dots\dots\dots (11)$$

$$\epsilon_z = \frac{1}{2} (l_n A + l_n B) \dots\dots\dots (12)$$

ここで(9)式で求めた θ は主歪の偏角であり、変形前後で図のように変化した場合を正にとつた。

(c) 造管および造管条件 試験材帯鋼は、あらかじめ予定した位置まで進んだ時、ミルを停止し、中止め材としてスタンドから取り出した。したがって、実際の連続的に行なわれる造管作業と条件が異なっている。そこでつぎのような仮定を設けた。

① 造管中、帯鋼には長手方向の引張力が働くが、中止め材としてスタンドからとり出すためミル、スピードを低くして造管した。したがって変形に及ぼす長手方向を引張力およびスプリング、バックとして現われる弾性変形は無視した。

② 3つの主歪のうち、 ϵ_z を帯鋼の肉厚方向にとり $\epsilon_z=0$ とする。すなわち肉厚方向の変形は起こらないと仮定した。

③ 標点は、歪を求める点を中心にして 40 mm ϕ の円周上に打刻したが、この円内では等歪であると仮定した。

(d) 試験の結果について 図 4.22 から図 4.27に示したデータは、いくつかの仮定を含んでおり、スプリング・バックとして現われる弾性歪を無視した。いわばスタティックな変形から得られたものである。したがって、完全に連続的であり、しかもダイナミックな変形が行なわれる実際の作業に適応する場合には、多少の修正を加えなければならない。

① 幅方向伸び率：全体としての変化の傾向はほとんど変わらず最大伸び率の値は実験条件としての $t/D(\%)$ の値に比例している。また $t/D(\%)$ の値が同じ場合でも、それぞれのフォーミングの形式により、伸び率増加の傾向が多少変化する。(図4.22)

② 長さ方向の伸び率：すべて1%以下の値であるが、下ロール高さのセッティングがダウン・ヒルの傾向にあればフォーミングの初期では負の値の伸び率を示す場合がある。しかしその値は、 -0.3 以下になることはなくきわめて小さい。

また、帯鋼の位置によるちがいはほとんどなく長さ方向の変形は同一断面ではほぼ同じ状態であるといえる。(図4.23, 4.24)

③ 帯鋼中央部およびエッジ部における最大主歪

各スタンドにおける標点間距離の変化から(10)式により ϵ_x (11)式により ϵ_y を求めた。このう

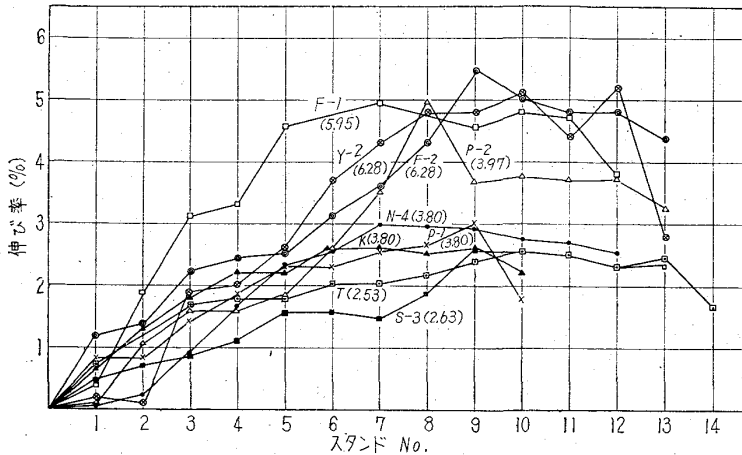


図 4.22 幅方向の伸び率 [アルファベットおよび数字は工場名 () は $t/D(\%)$]

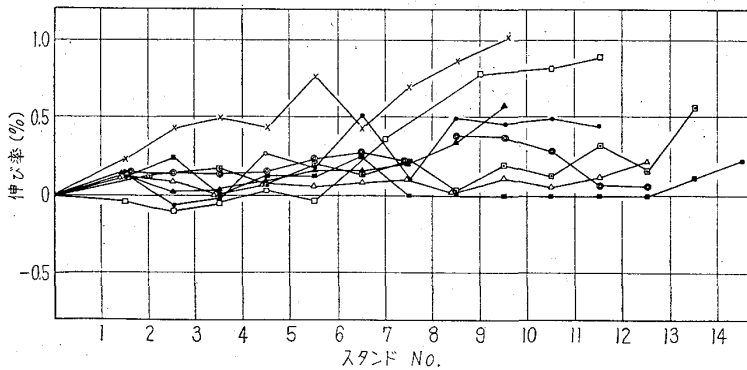


図 4.23 帯鋼中央部における長さ方向の伸び率

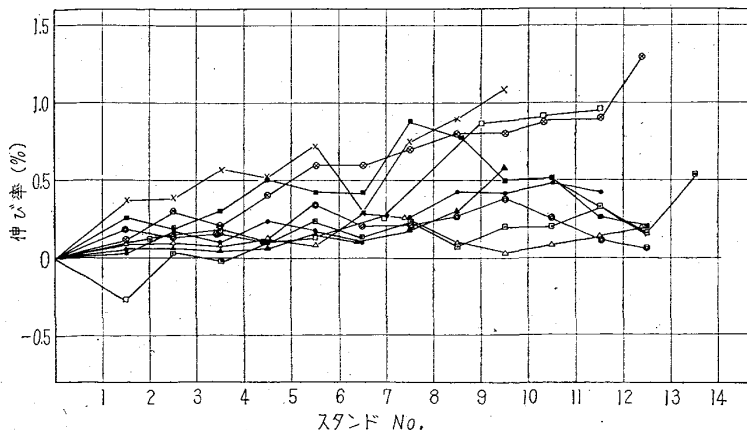


図 4.24 帯鋼エッジ部における長さ方向の伸び率

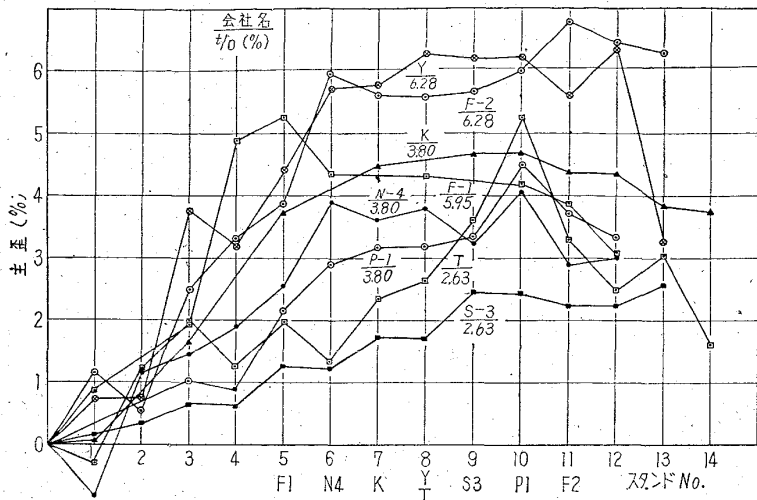


図 4.25 電縫管の成形工程における材料の変形状況
—帯鋼中央部における最大主歪—

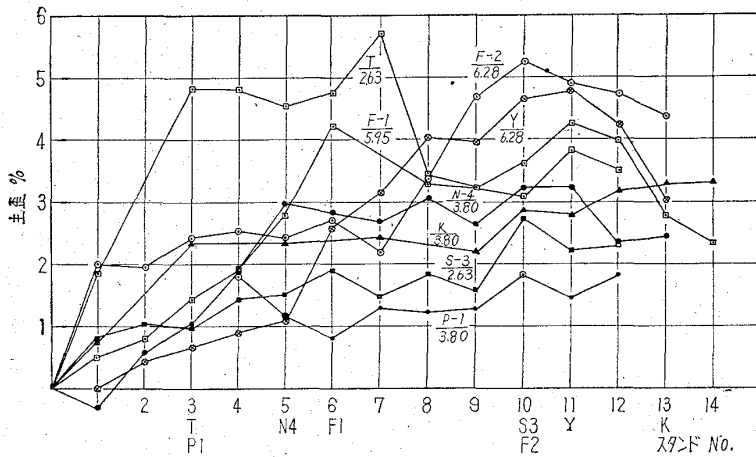


図 4.26 電縫管, 成形工程における材料の変形状況
—帯鋼エッジ部における最大主歪—

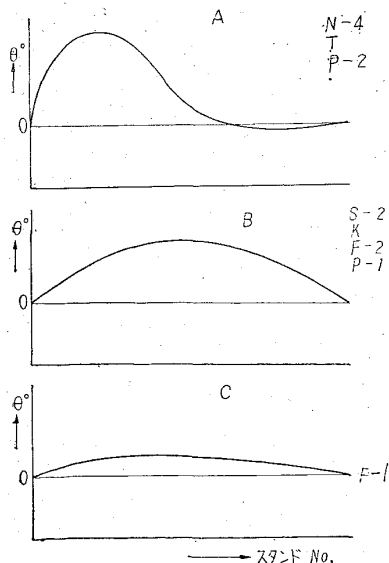


図 4.27 主歪の偏角の傾向

ち大きいほうの値を最大主歪として 図 4.25～4.26に図示した. それぞれの試験結果には表4.12に示した帯鋼厚さおよび下ロール高さの調整以外の要因も含まれているため, 一様な傾向を示していないが, 帯鋼中央部における最大主歪を示した図4.25は, いずれの場合もほぼフォーミングの前半で最大値に達しており, 後半では歪一定もしくは漸減の傾向を示している.

これに対し帯鋼エッジ部の最大主歪を示した図4.26ではフォーミングの後半まで歪は漸増している.

いずれの場合も歪の絶対値は図4.22の伸び率に匹敵しており, 最大主歪は大部分のスタンドで図4.21における ϵ_x であるといえる.

またフォーミングの最初の 1～4 における歪は中央部における値より0.8～1.5%大きく, これがエッジストレッチに相当する変形量に比例していると推定される.

④ 主歪の偏角

帯鋼がロール・カリバーに正しくかみこまれかつその材質, ロール・カリバー面の仕上りが均一であれば両エッジの変形状況はカリバー中心線に対称である. したがって偏角も両方のエッジでは全く同じになる. 各工場のデータからその傾向を分類すると3つの型に分けられる.

(図4.27)

A型はエッジ・フォーミングの程度が大きい場合およびTロール高さを調整した場合にみられ N-4, P-2, T, 等の各工場のデータはこれに属する B型は比較的標準に近い型と考えられ, K, F-2 工場のものは, 典型的である. また, これとほぼ同じ傾向にあるとみられるのは, P-1, S-2, Y-2 各工場の試験結果である. C型はBと同じであるが, 上昇の傾向がゆるいもので, F-1 工場のデータはこれに属する. 偏角の絶対量は, それぞれの場合により異なるが $-8^\circ < \theta < +40^\circ$ の範囲であつた.

調査の結果を要約すると次の通りである.

- ① 下ロール高さの調整方法を変えることより, 最大歪に到達するスタンドが変化し, アップヒル・タイプでは早目に最大値 ϵ_{max} に達し, ダウン, ヒルではやや遅れる.
- ② 肉厚については t/D が小さい場合には最大主歪 (%) と t/D (%) の値がほぼ一致するが, t/D が大きくなると最大主歪 (%) は t/D (%) を上まわる値になる.

③ 主歪の変化の傾向は、それぞれのミルのスタンド配列により変わる。

註 8 標点法については、高瀬恭治 鋼管の曲げ加工 (第1報), 日本鋼管特報, No. 8, (1957) Jan. P 39-47 による。

4.4 溶接工程

成形の終わつたいわゆるオープンシーム管は、シームガイドによつて、その開口部を正しい位置に保持しつつ電極直下に送られるが、このとき管は上部より電極輪に押圧されると同時に左右および下方より溶接ロールに押圧支持されつつオープンシームは初めて閉塞し接触する (写真 4.6)

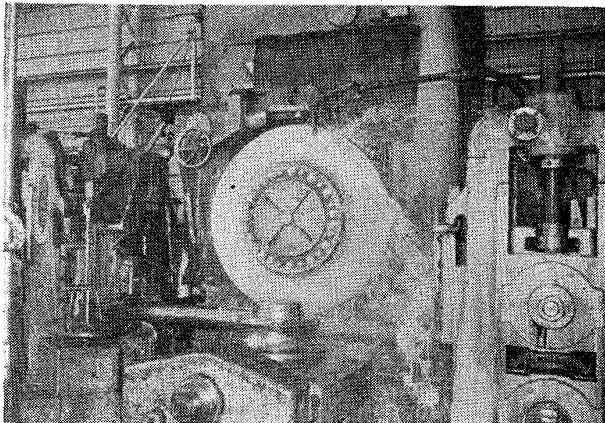


写真 4.6 チューブ、ウェルダ

電極輪は管の通過に伴う摩擦によつて回転するが、これは左右1対の銅合金電極であつて、交流の低圧大電流

が管の継目接触線の左右に供給されると継目は電気抵抗によつてきわめて限られた部分だけが瞬間的に加熱昇温されて溶接温度に達する。

電極を過ぎた継目はきわめて細い一条の赤熱線を示し、周圧によつて管の内外面にビードまたはバーと通称される山脈様の盛り上りを生ずる。この場合外面ビードは全部製管と同時に削り取るが、内面ビードは必要に応じて削り取るか、または製管後別工程で削り取る。

4.4.1 溶接装置の配置

溶接装置の配置の一例を示すと図 4.28 のとおりである。

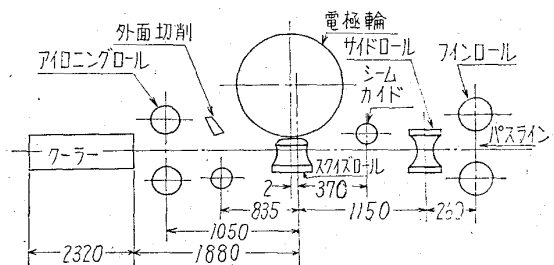


図 4.28 溶接装置の配置例 (T工場)

4.4.2 電極輪

電極輪としては電気伝導率が高く、しかも高温強度の高い材質が要求されるが、現在各社で使用している電極輪は Cu-Cd または Cu-Cr 合金である。

表 4.14 は各社で使用している電極輪の主要項目について表示したものである。

表 4.14 電極輪の主要項目

| 工場 | 機別 | メーカー | 材質 | 硬度 Hs | 受入外径 (mm) | 廃却外径 (mm) | 冷却法 | 冷却剤 |
|-----|------------|-------|---------|----------|--------------|--------------|--------|---------------|
| F-1 | 1 | 古河電工 | Cu-Cd合金 | ≥18 | 630 | 500 | シャワー方式 | 水 |
| | 2 | " | " | " | 895 | 780 | " | " |
| | 3 | " | " | " | 766 | 590 | " | " |
| F-2 | 1~3 機共通 | " | " | ≥15 | 630 | 450 | " | " |
| K | 1 | " | " | 18~20 | 700 | 765 | " | ソルブル油 |
| | 2 | " | " | " | 1,000 | 870 | " | " |
| | 3 | 古河電工 | Cu-Cd合金 | " | 900 | 765 | シャワー方式 | " |
| | 4 | " | " | " | 900 | 765 | " | " |
| N-4 | 1,2 | " | Cu-Cr合金 | ≥20 | 762 | 496 | シャワー方式 | 水 |
| | 3 | " | Cu-Cd合金 | ≥20 | 1,219 | 686 | " | " |
| P-1 | 1 | 住友軽金属 | Cu-Cr合金 | 20~22 | 770 | 560 | シャワー方式 | 水 |
| | 2 | " | " | " | 510 | 360 | " | 3~5% ソルブル油 |
| | 3 | 住友軽金属 | Cu-Cr合金 | 20~22 | 965 | 735 | " | 水 |

表4-14 電極輪の主要項目(つづき)

| 工場 | 機別 | メーカー | 材質 | 硬度 Hs | 受入外径 (mm) | 廃却外径 (mm) | 冷却法 | 冷却剤 |
|-----|----|-------|---------|----------|--------------|--------------|--------|---------|
| P-2 | 1 | 住友軽金属 | Cu-Cr合金 | ≥20 | 760 | 560 | シャワー方式 | 水 |
| | 2 | " | " | " | 720 | 520 | " | ソルブル油 |
| | 3 | " | " | " | 965 | 735 | " | 水 |
| S-3 | 1 | " | " | ≥18 | 820 | 640 | シャワー方式 | 水 |
| | 2 | " | " | " | 640 | 450 | " | " |
| | 3 | " | " | " | 780 | 520 | " | " |
| | 4 | " | " | " | 820 | 640 | " | " |
| S-4 | 1 | 輸入 | Cu-Cr合金 | 26 | 1,680 | 890 | " | 5%ソルブル油 |
| T | 1 | 古河電工 | Cu-Cd合金 | ≥18 | 650 | 465 | シャワー方式 | ソルブル油 |
| | 2 | " | " | " | 760 | 565 | " | 水 |
| | 3 | " | " | " | 660 | 450 | " | " |
| | 4 | " | Cu-Cd合金 | " | 930 | 780 | " | " |
| Y-2 | 1 | 古河電工 | Cu-Cd合金 | ≥20 | 1,219 | 775 | シャワー方式 | 2%ソルブル油 |
| | 2 | " | " | " | 965 | 750 | " | " |
| Y-3 | 3 | 輸入 | ウェルダロイ | " | 1,422 | 908 | シャワー方式 | ソルブル油 |

この電極輪の寿命は管との接触の良否および電流量の大小に影響されるが、表4-15は電極輪の損耗状況について各社の実績の平均を表示したものである。

表4-15 電極輪の損耗状況

| 管寸法 | 1回切削当り製管 延長さ(m) | 廃却までの造管長 さ(m) |
|------|--------------------|------------------|
| 25A | 16,200 | 1,130,000 |
| 100A | 11,400 | 960,000 |

4.4.3 溶接変圧器

電縫鋼管の製造上の重要な問題の一つは、管の溶接部にいかに効率よく溶接電流を供給するかということである。当初に溶接トランスから回転電極輪に低電圧の大電流を送る方法であったが、これが電極輪とともに回転させる方法に変わり、また冷却方法としては水または油から最近ではフロンによるペーパー・クール方式へと変わりつつある現状である。

図4-29~4-31に水冷・油冷およびガス冷却方式の変圧器の断面図を示す。

表4-16は各社の溶接変圧器の設備概要である。

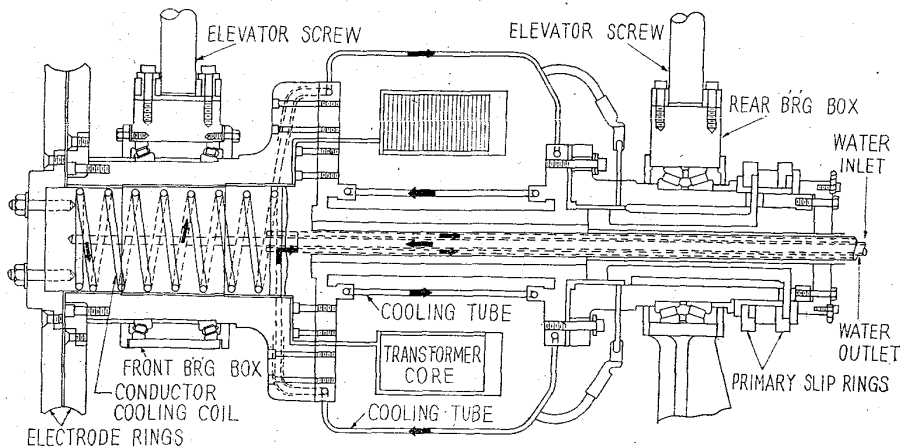


図4-29 水冷式変圧器 (S-3)

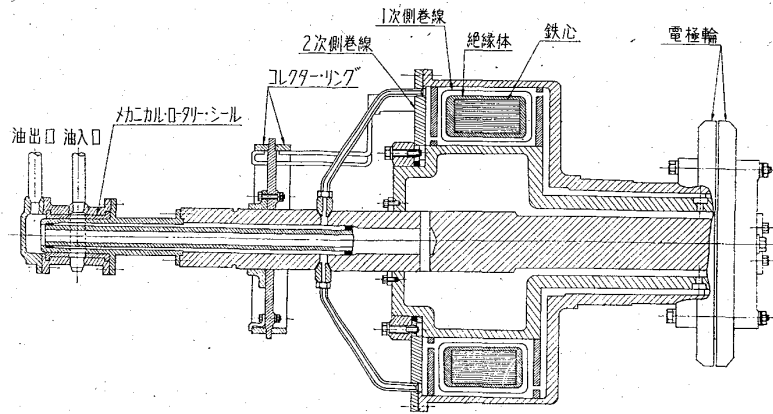


図 4-30 油冷式変圧器 (N-4)

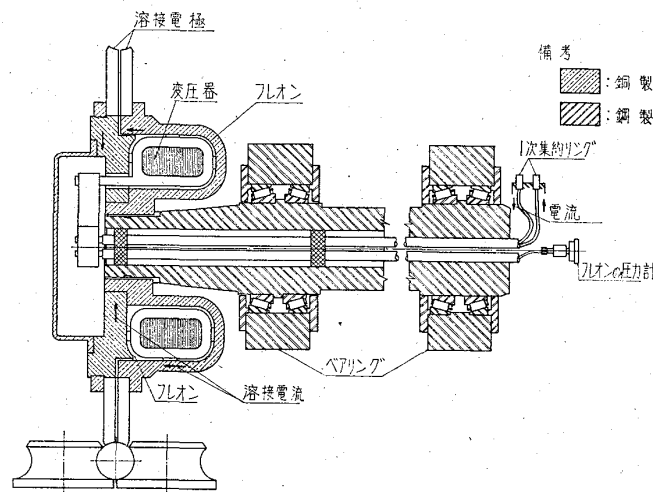


図 4-31 ガス冷却方式変圧器 ((Y-2 No. 2)

表 4-16 溶接変圧器

| 工場別 | 機別 | メーカー | 容量 (kVA) | 周波数 (c/sec) | 型式 | | | | | 捲数比 | 重量 (kg) |
|-----|----|------|----------|-------------|-----|------|-----|-----|-----|-------|---------|
| | | | | | 冷却剤 | 固定回転 | 式は式 | 駆動非 | 動は動 | | |
| F-1 | 1 | 東芝 | 300 | 50 | 空気 | 固定 | 非 | 駆動 | 無 | 117/1 | 1,500 |
| | 2 | 東明電舎 | 450 | 150 | 絶縁油 | 回転 | 非 | 駆動 | 無 | 50/1 | 1,000 |
| | 3 | " | 750 | 50 | 空気 | 固定 | 非 | 駆動 | 無 | 330/1 | 8,000 |
| F-2 | 1 | 東芝 | 300 | 60 | 空気 | 固定 | 非 | 駆動 | 無 | 90/1 | 1,000 |
| | 2 | " | 300 | 60 | " | " | 非 | 駆動 | 無 | " | " |
| | 3 | " | 250 | 60 | " | " | 非 | 駆動 | 無 | " | " |
| K | 1 | 明電舎 | 450 | 180 | 絶縁油 | 回転 | 非 | 駆動 | 無 | 50/1 | 9,000 |
| | 2 | " | 650 | 180 | " | " | 非 | 駆動 | 無 | 45/1 | 1,250 |
| | 3 | " | 450 | 180 | " | " | 非 | 駆動 | 無 | 50/1 | 900 |
| | 4 | " | 500 | 180 | " | " | 非 | 駆動 | 無 | " | 900 |
| N-4 | 1 | マッケイ | 300 | 200 | 絶縁油 | 回転 | 非 | 駆動 | 無 | 98/1 | 1,000 |
| | 2 | " | 300 | 200 | " | " | 非 | 駆動 | 無 | " | 1,000 |
| | 3 | " | 500 | 200 | " | " | 非 | 駆動 | 無 | 85/1 | 1,200 |

表4-16 溶接変圧器(つづき)

| 工場別 | 機別 | メーカー | 容量(kVA) | 周波数(c/sec) | 形 式 | | | | 捲数比 | 重量(kg) |
|-----|----|------|---------|------------|------|------------|-----------|------------------------------|-------|--------|
| | | | | | 冷却剤 | 固定式 回転式 | 駆動 非駆動 | パイプス ピードと の同調設 備の有無 | | |
| P-1 | 1 | 東芝 | 250 | 50 | 水 | 回転 | 非駆動 | 無 | 62/1 | 3,500 |
| | 2 | ヨーダー | 125 | 150 | " | " | " | " | 126/1 | 1,200 |
| | 4 | " | 300 | 300 | フレオン | " | " | " | — | 800 |
| P-2 | 1 | 東芝 | 280 | 60 | 水 | 回転 | 駆動 | 有 | 54/1 | 2,500 |
| | 2 | エトナ | 300 | 180 | 絶縁油 | " | 非駆動 | 無 | 98/1 | 1,500 |
| | 3 | ヨーダー | 300 | 360 | フレオン | " | " | " | 88/1 | 800 |
| S-3 | 1 | ヨーダー | 500 | 180 | 水 | 回転 | 非駆動 | 無 | 69/1 | 1,000 |
| | 2 | " | 300 | " | " | " | " | " | 80/1 | " |
| | 3 | 明電舎 | 350 | " | " | " | " | " | " | 1,500 |
| | 4 | マッケー | 500 | " | 絶縁油 | " | " | " | 90/1 | 1,000 |
| S-4 | 1 | マッケー | 2,000 | 180 | 絶縁油 | 回転 | 駆動 | 有 | 240/1 | 4,000 |
| T | 1 | 東芝 | 176 | 50 | 空気 | 固定 | 非駆動 | 無 | — | 800 |
| | 2 | " | 250 | 50 | 水 | 回転 | 駆動 | 有 | 62/1 | 2,800 |
| | 3 | " | 120 | 175 | " | " | " | " | 70/1 | 1,300 |
| | 4 | ヨーダー | 400 | D.C. | フレオン | " | " | " | — | 4,000 |
| Y-2 | 1 | マッケー | 500 | 180 | 絶縁油 | 回転 | 駆動 | 有 | 90/1 | 1,200 |
| | 2 | ヨーダー | 325 | 180 | フレオン | " | 非駆動 | 無 | 130/1 | 800 |
| Y-3 | 1 | ヨーダー | 2,000 | 84 | 水 | 回転 | 駆動 | 有 | 40/1 | 3,950 |

4-4-4 シームガイド

ロールタイプとプレートタイプのものが使用され、その寿命は1~2カ月程度である。

4-4-5 スクイズロール

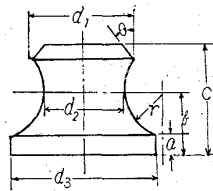
各社で使用しているスクイズロールの寸法例を表4-17に示す。

表4-17 スクイズロール寸法*

| 工場 | 製管寸法 | a | b | c | d ₁ | d ₂ | d ₃ | γ | θ° |
|-----|--------------------|-------|-------|--------|----------------|----------------|----------------|-------|----|
| F-1 | 50A | 30°98 | 90 | 155 | 253 | 240 | 300 | 31 | 45 |
| | 80A | 45°49 | 70 | 155 | 232 | 211 | 300 | 45°5 | 45 |
| | 100A | 58°09 | 90 | 155 | 218 | 185°8 | 300 | 58°1 | 45 |
| F-2 | 25A | 38°5 | 56 | 88 | 201 | 196 | 230 | 17°5 | 45 |
| | 50A | 24°3 | 56 | 88 | 203 | 179 | 240 | 30°8 | 45 |
| K | 25A | 46°5 | 63°3 | 69°9 | 248°9 | 248°2 | 279°4 | 16°8 | 3 |
| | 100A | 63°1 | 120 | 180 | 297°3 | 282 | 390 | 57 | 45 |
| N-4 | 25A | 18°26 | 36°04 | 53°98 | 218°68 | 208°34 | 241°30 | 17°78 | 45 |
| | 100A | 25°48 | 83°11 | 158°75 | 337°62 | 278°28 | 387°35 | 57°71 | 45 |
| P-1 | 25A | 44 | 61°4 | 85 | 261°9 | 257°2 | 290 | 17°4 | 60 |
| P-2 | E ₁ 15A | 20°01 | 31°2 | 41°0 | 270°6 | 267°6 | 289°2 | 11°2 | 30 |
| | E ₂ 25A | 31°0 | 48°5 | 70°0 | 277°2 | 267°0 | 300°0 | 17°5 | 45 |
| | 50A | 30°95 | 61°85 | 95°25 | 246°8 | 228°6 | 288°2 | 30°9 | 45 |
| | 100A | 30°95 | 88°75 | 146°05 | 262°5 | 228°6 | 341°0 | 57°8 | 45 |

表 4-18 スクイズロール寸法* (つづき)

| 工場 | 製管寸法 | a | b | c | d ₁ | d ₂ | d ₃ | γ | θ° |
|-----|------|--------|---------|---------|----------------|----------------|----------------|---------|----|
| S-3 | 25A | 25.4 | 42.95 | 70.0 | 228.37 | 220.30 | 254.00 | 17.25 | 50 |
| | 100A | 25.4 | 82.8 | 131.0 | 178.98 | 141.30 | 254.00 | 57.40 | 42 |
| S-4 | 200A | 65.6 | 175.2 | 308.0 | 594.0 | 482.0 | 689.0 | 109.6 | 45 |
| | 300A | 65.6 | 227.6 | 432.0 | 686.0 | 482.6 | 790.6 | 162.0 | 45 |
| T | 25A | 56.7 | 74.0 | 101.0 | 260 | 252.9 | 287.0 | 17.3 | 50 |
| Y-2 | 25A | 19.050 | 36.120 | 57.150 | 178.180 | 170.210 | 203.200 | 17.070 | 50 |
| | 50A | 30.988 | 62.100 | 95.250 | 246.786 | 228.600 | 288.595 | 31.013 | 45 |
| | 80A | 30.938 | 76.200 | 120.650 | 255.118 | 228.600 | 315.849 | 45.212 | 45 |
| Y-3 | 100A | 50.81 | 108.230 | 177.800 | 478.231 | 431.800 | 545.084 | 57.429 | 30 |
| | 200A | 62.154 | 160.884 | 292.100 | 539.598 | 431.800 | 554.634 | 110.084 | 30 |
| | 300A | 70.764 | 213.537 | 393.700 | 626.923 | 431.800 | 601.066 | 162.738 | 30 |



* 表中の a, b, c などの記号は左図に示すとおりである。

4.4.6 ビード取り装置

外面ビードは各社とも切削しているが、内面ビードの場合は、製管工程中に削り取るかまたはロールで圧潰する方法と製管後必要に応じて別工程で削り取る方法とがある。

製管工程中に削り取る場合は長いホルダーをフィンロールのところから押入保持してほぼ外面ビードの切削位置と前後して切削する。

各社とも大体 32 AG.P 以上の管サイズに対しては内面ビード切削している。内面切削装置の一例を図示すると図4.32のとおりである。

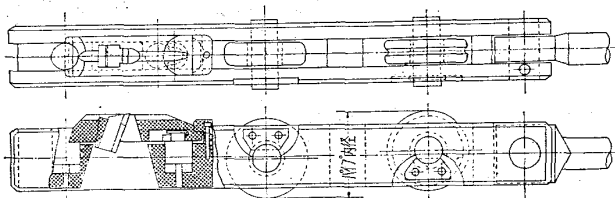


図 4-32 内面バー切削装置 (Y-3)

4.5 フレッツ・ムーン・ミル

フレッツ・ムーン式連続鍛接鋼管製造法は、溶接鋼管製造の分野の中でも、少品種多量生産により生産性がいちじるしく高く、また加工が熱間で行なわれるなど、生産技術の上で特異な立場を占めている。わが国における

鍛接鋼管製造技術の導入は、昭和2年にさかのぼる。しかし、その当時行なわれていたのは不連続式であり、鍛接の原理という基本的な点以外は現在行なわれている連続式の製造方法とは様相を異にしている。この新しい方法は、1930年代からアメリカにおいて開発され、戦後とくに急速に工業化された方法である。わが国においては昭和29年にはじめて導入され、現在その一基のみが稼動しているにすぎない。その設備および作業は、エントリー工程までは、電気抵抗溶接管の場合とほぼ同じである。したがって、この項では、鍛接鋼管製造技術を特色づける加熱以降の設備および作業についてのべる。

4.5.1 加熱

エントリー工程をへた帯鋼は、フォーミングプロセスに入るまえに、常温から鍛接温度まで急速に加熱される。これにより成形時の変形抵抗を下げ加工を容易にするとともに帯鋼エッジの温度を所定の鍛接温度にしている。

A. 加熱炉の構造 全体の形状はきわめて細長く、帯鋼ごとにエッジ部の急速加熱に適した形状になっている。鍛接管用加熱炉としては、現在のところこのような形式が一般的であり、ほかに燃料原単位建設費などの利点を考慮してバレル・タイプの炉も考えられているが、実用化の段階には至っていない。

現在稼動中の N-3 工場の加熱炉について、その平面および断面図と主要諸元をそれぞれ図4.33、表4.18に示した。

B. 加熱作業 加熱炉の操業条件は、成形鍛接工程において安定したしかも強度の大きい鍛着を得るための最適値が帯鋼寸法に応じて選ばなければならない。さ

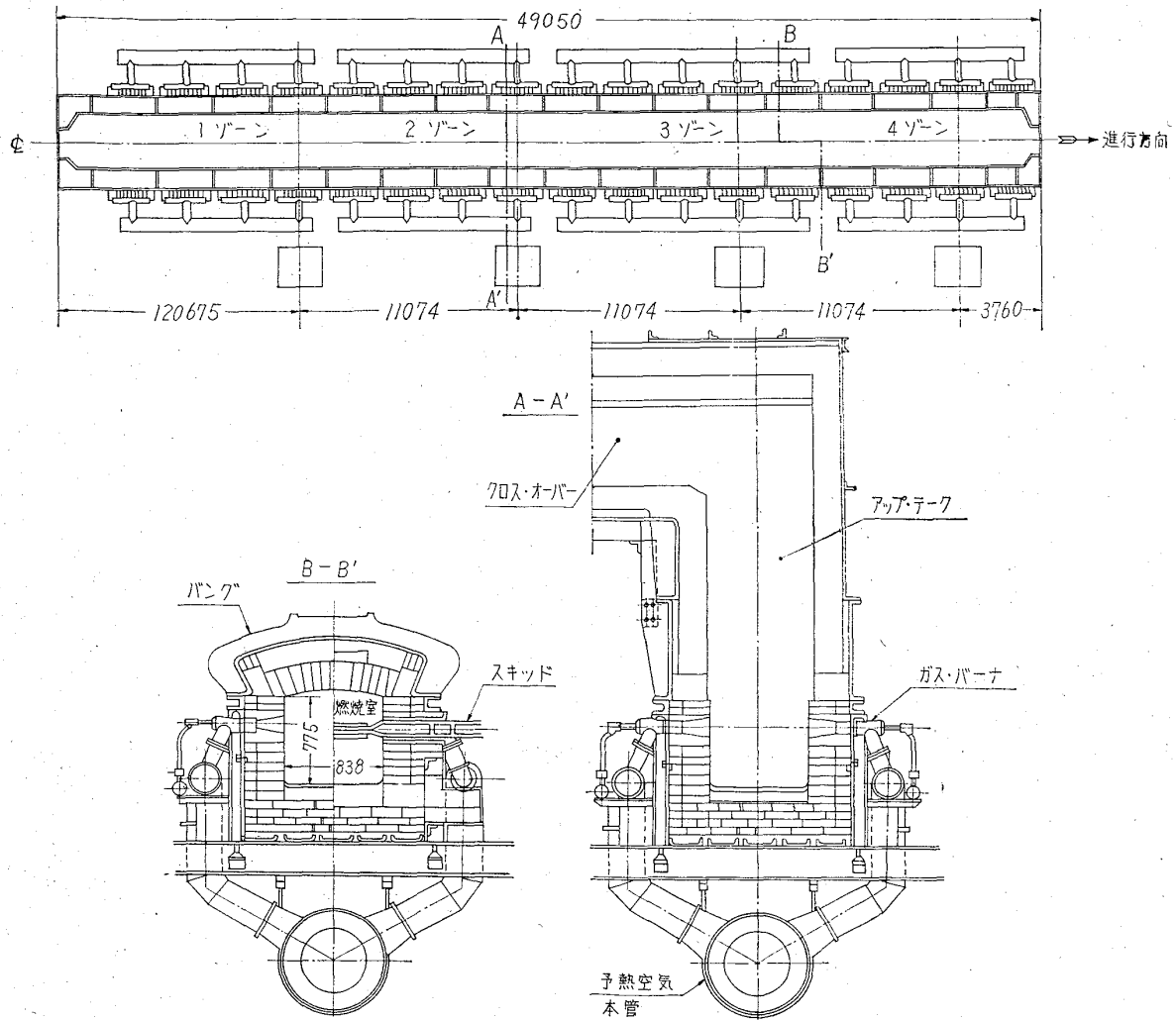


図4-33 帯鋼加熱炉(N-3)

らに、成形鍛接機の運転条件を安定させるには、加熱状態の変動を極力少なくすることが必要となる。

表4-18 加熱炉諸元(N-3工場)

| 分類項目 | 内容 |
|-------------------------------------|---|
| 加熱炉形式 有効炉内幅 加熱能力 スキッド | 連続式ゾーン・タイプ(セイテム社製) 49.05 m 0.838 m 37 t/hr 水冷式 |
| 加熱材料鋼種 | 低炭素鋼 2.0~11.0 kg/m |
| 燃料種別 発熱量 原単位 予熱器形式 使用温度 | コークス炉ガス 4,200 kcal/Nm ³ 90~105 × 10 ⁴ kcal/t — 常温 |
| バーナ形式 容量×個数 | ノズル・ミックス・タイプ 22 m ³ /hr × 364個(最大) |

| 分類項目 | 内容 |
|---------------------------|--|
| 排ガス利用 利用目的 型式 温度 | 燃焼用空気予熱 ニードル・タイプ空気予熱器(4基) 500°C(最高) |
| 送風機型式 原動機 能力 | ラジアル 45 kW × 4台 252 m ³ /min 0.704 m.aq |

(a) 帯鋼の加熱温度; 帯鋼はすべて単幅材(ミル・エッジ)を使用しており、両エッジのリム層で鍛着される。加熱炉においては、この両エッジ部が鍛着温度に達するように加熱され、帯鋼中央部との温度差は40~50°Cである。(図4-34)

(b) 炉内速度; N-3工場の場合、炉内速度はつぎのような値になっている。なお、帯鋼の滞炉時間は30~68s.であり、この間に常温から鍛着温度まで急速加熱される。(表4-19)

表 4-19 帯鋼の炉内通過速度

| 管寸法 SGP | 15A | 20A | 25A | 32A | 40A | 50A | 65A | 80A |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 炉内速度 (m/min) | 98.1 | 96.8 | 90.7 | 76.0 | 74.7 | 64.0 | 48.8 | 44.3 |

(c) 熱効率: 炉の形状および使用目的の特殊性のため、熱効率は他の形式の炉にくらべ、ちじむしく低い。SGP 40A 造管時の熱精算結果では20%であった。

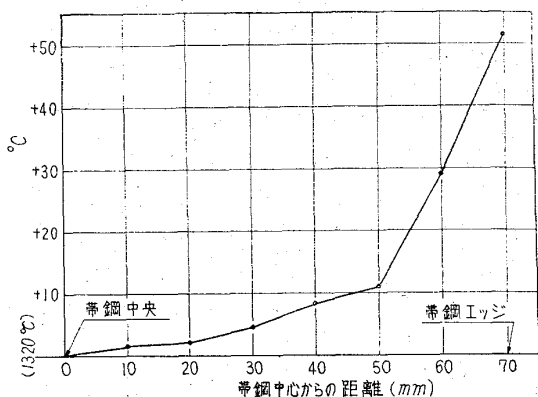


図 4-34 加熱炉抽出口における帯鋼の幅方向温度分布 (SGP 25A)

4.5.2 成形および鍛接

鍛接鋼管の成形工程は熱間であり、スタンドあたりの変形量は冷間成形の場合にくらべてきわめて大きくとることができる。

加熱炉で鍛接温度まで加熱された帯鋼は、抽出後直ちに成形鍛接機に入り、第2スタンドまでで成形を終えると同時に鍛接される。第3スタンドから第6スタンドまでは、スタンド間で管にストレッチを与え鍛着を完全にす。写真4.7は連続式鍛接鋼管製造法による造管状況を示す。

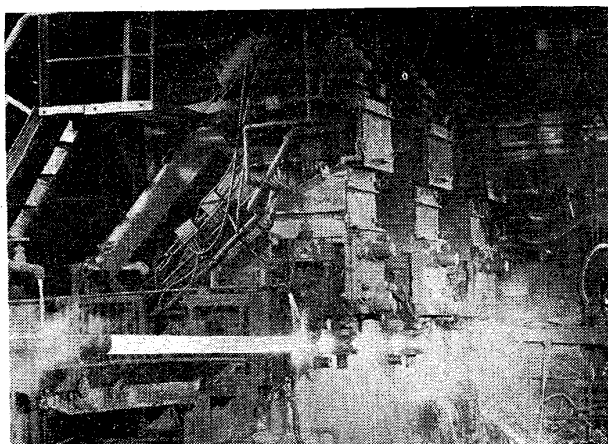


写真 4.7 連続式鍛接鋼管製造法による造管状況

A. 成形鍛接機 帯鋼は成形鍛接機に入る直前でエッジ・ブローによりスケール・オフされる。成形鍛接機

へ入った帯鋼は、第1スタンドで全変形量の70~80%に相当する加工を受ける。さらに第2スタンドで成形を完成させると同時に両エッジを鍛着する。

成形鍛接機は、N-3工場の場合、1台の主モーターとラインシャフトで6基のスタンドを駆動しているが、スタンドごとに D.C. モーターを備えた形式のものもある。なお成形鍛接機はロール軸が垂直、水平の両方向に互いに 90° 傾斜しているものがほとんどであり、スタンド数は最も多いもので14スタンドのものがある。N-3工場の成形鍛接機駆動機構は図4.35に諸元は表4.30に示した。

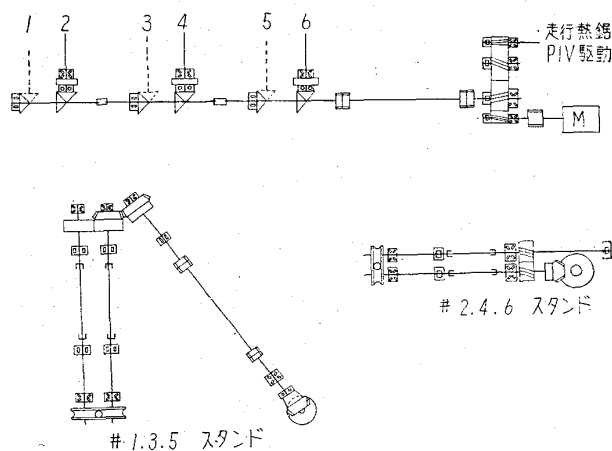


図 4.35 成形鍛接機の駆動機構 (N-3工場)

| 分類 | 項目 | 内容 | |
|--------------|----------------|-------------------------------|------------------|
| 成形鍛接機 | 形式 | 連続式 | |
| | 造管可能範囲 | 外径(D) | 21.7 ~ 89.1 (mm) |
| | | 肉厚(t) | 2.8 ~ 4.2 (mm) |
| | | $\frac{t}{D} \times 100 (\%)$ | 4.7 ~ 12.9 |
| | スタンド数 | 6 | |
| | スタンド配列 | 配列 | 造管方向 |
| 区分 | | ホッピング・リテーニング ロール ロール ロール | |
| 水平(H)垂直(V)の別 | | V H V H V H | |
| 駆動非駆動の別 | | すべて駆動 | |
| 駆動機構 | 駆動モータ (KW) | D.C.113 (走行熱鋸機PIVと連動) | |
| | 駆動機構 | 図 4.35 | |
| ロール | 材質 | ダクタイル鑄鉄 | |
| | 硬度 (HS) | 48.0 ± 4° | |
| | 寿命 (再研磨まで) | 480 ~ 1140 | |
| | (km) 廃却まで | 6~10回改削しカリバ・底径210mmと差却 | |
| | 仕上げ程度 | 旋削のまま | |
| 製作 | 日立金属(株)、旋削のみ自社 | | |

表 4.20 成形鍛接機諸元

B. 造管作業 連続式鍛接鋼管は、その特色の一つとして、少品種多量生産に適しているといわれている。N-3 工場の場合には現在3交代作業を行なっているが、

造管管種は、殆んどが配管用鋼管であり、造管サイズも 15A~80A の 8 サイズに限られている。しかし生産性の面では、電気抵抗溶接鋼管よりは、はるかに大きく、最大ミル・スピードは表 4.21 のようになっている。

表 4.21 最大ミル・スピード

| 管種 | 寸法 | 仕様上の最大可能速度 (m/min) | 最大ミル・スピード (実績: (m/min)) | 肉厚変化に対する速度 (m/min) | |
|-----|--------------------|--------------------|-------------------------|--------------------|------|
| | | | | 3.0 t | 40 t |
| SGP | mmφ mm 21.7×2.8 | 140.2 | 140.2 | 120.0 | 58.8 |

(a) フォーミング 現在のところ、N-3工場において使用する帯鋼は隣接する帯鋼工場から供給される単幅低炭素リムド鋼帯鋼が殆んどを占めている。帯鋼幅は造管サイズごとに決められており、その算出は次式によつて行われる。

$$W = (D - \frac{t}{4}) \pi \quad \dots \dots \dots (1)$$

W: 帯鋼幅 (mm)

t: 管肉厚 (mm)

D: カリバーの平均径 (mm) (ウェルディング・ロール・カリバーの平均径)

フォーミング・ロール (No. 1 スタンド) における変形の状況は、電縫管のフォーミング (冷間) では、フィン・セクション前にはほぼ相当している。変形前の帯鋼は、約 7° エッジングされており、鍛着直前の衝合わせ形状は I 型になっている。

フォーミング・ロールのカリバーは、(1)式で求めた帯鋼幅 (W) を用い、次式により求められる。

$$R_1 = W/5 \quad \dots \dots \dots (2)$$

$$R_2 = 1.35 R_1 \quad \dots \dots \dots (3)$$

R₁: カリバーの上部半径 (mm)

R₂: カリバーの下部半径 (mm)

鍛接管におけるフォーミング可能な限界については、明確なデータがないが、N-3工場の場合、t/D=3.5%~17.5%の造管であれば、フォーミングにはとくに支障がない。

フォーミング・プロセスにおける問題点としては、帯鋼の寸法精度および、スタンドあたりの変形量が大いことによるロール疵の発生があげられる。

(b) ウェルディング 鍛接部の品質を左右する要因としては、鍛着温度、スケール、オフの状況などがある。ウェルディング・スロートは帯鋼が単幅であり、エッジングされているため、かなり安定している。さらに帯鋼はサイド・トリミングされていない。ミル・エッジであ

るため、エッジ部のリム層が鍛着にきわめて効果的な作用をしている。

鍛着温度については、電縫管の場合とはほぼ同じで、エッジ部で 1350°C~1380°C である。

ウェルディングロールおよびレデュースング・セクションのロール・カリバーは次式により求められる。

$$H = 2D - W \quad \text{(mm)} \quad \dots \dots \dots (4)$$

$$C = 1 + (R+1)/100 \quad \dots \dots \dots (5)$$

$$R = (D_i - D_i^{-1})/1D_i \times 100 \quad \text{(mm)} \quad \dots \dots \dots (6)$$

H: 垂直方向カリバー径

R: 外径圧下率

D_i = (W+H)/2: 管の平均径

C = W/H : オーバリティ

4.6 溶 接 性

電縫鋼管の製造において最も重要で基本的な問題は、いかにして溶接強度を大にし、かつ製品の溶接強度を保証するかという点である。

4.6.1 溶接性を支配する設備および操作上の因子

A. 溶接電流周波数と溶接強度の関係 低周波抵抗溶接では交流特性として電流 0 点を生ずるが、この部分は電流ピーク点からの熱伝導によつて溶接温度まで加熱される。このピーク点の間隔をスティッチといい、ピーク点を中心としたウェルディング・ナゲット (welding nugget) (溶接温度まで加熱された部分) のオーバーラップによつて溶接が均一に行なわれ、実際には周波数に応じて溶接速度を調整しこの均一性を確保している。周波数に対する 1 インチ当りのスティッチの数は次式で表わされる。

$$n = 10 F/S$$

ここで n は 1 inch 当りのスティッチの数、F は溶接周波数 (c/sec) S は溶接速度 (ft/min) である。

周波数が高くなるとスティッチが小さくなるので高速溶接が可能になると考えられるが、回転トランスの内部インピーダンスは周波数の増加にともない増大し効率を低下させるので、180 サイクル程度が最適とされている。しかし 50~360 サイクルの範囲では溶接性に比較判定できるほどの差はない。

D.C. 溶接では、A.C. の場合のようにスティッチを生じないので溶接速度を上げうるが、低電圧大電流容量の D.C. 装置に費用がかかる点に問題があつた。しかし最近シリコン整流器を使用した装置ができ T 社で実用さ

表 4.22 溶接部の温度および冷却速度

| 造管寸法 (鋼種) | 工場名 | 溶接速度 m/min | 溶接部直後 (°C) | | | | | ウェルター 冷却帯入口 の距離 (mm) | 冷却帯の 長さ (mm) |
|-----------------------|-------|---------------|-------------|--------------|-----------|-----------|------------|-------------------------------|--------------------|
| | | | ウェルター 直後 | 外面ビー ド切削後 | 冷却帯 入口 | 冷却帯 出口 | サイザー 出口 | | |
| SGP 50A (リ ム フ) | F-1 | 24*2 | 1260 | 720 | 380 | 80 | 60 | 1060 | 3060 |
| | | 22*4 | 1260 | 720 | 370 | 80 | 60 | — | 3300 |
| | | 20*8 | 1260 | 710 | 365 | 75 | 60 | — | 1310 |
| | F-2 | 33*0 | 1250 | 590 | 450 | 80 | — | | |
| | | 28*0 | 1240 | 550 | 440 | 70 | — | | |
| | | 22*0 | 1260 | 510 | 410 | 60 | — | | |
| | K | 24*0 | 1200 | 350 | 280 | 100 | — | 1140 | 2240 |
| | N-4 | 35 | 960 | 719 | 310 | 33 | 15 | 1500 | 3130 |
| | | 25 | 950 | 701 | 300 | 33 | 15 | " | " |
| | | 20 | 950 | 703 | 278 | 24 | 15 | " | " |
| 10 | | 950 | 630 | 280 | 21 | 15 | " | " | |
| P-1 | 14 | 1250 | 580 | 350 | 22 | — | 1330 | 2300 | |
| P-2 | 35 | 1200 | 620 | 590 | 30 | — | 1350 | 4420 | |
| T | 16 | 1370 | 621 | 482 | 40 | — | | | |
| Y-2 | 30 | 1350 | 810 | 650 | 180 | — | 1480 | 4410 | |
| (セミキルド) | S-3-3 | 41 | 1350 | 870 | 700 | 120 | — | 1600 | 3300 |
| (キルド) | S-3-1 | 34 | 1350 | 920 | 670 | 180 | — | 1550 | 2200 |

注) 1. セミキルド, キルド鋼は $48.6\phi \times 2.4$ に製管 ($C=0.25\%$)

2. 測温方法は高温部光高温計, 低温部は表面温度計, サーミスター温度計, 測温チョークなどによる.

れ, ①低周波と異なり非常に滑らかなビードを発生すること, ②肉厚 1.2 mm の場合 97 m/min で造管できることなどの特長が報告されている。

高周波抵抗溶接 (450 kc) は最近ようやく各社で使用されるようになり, 分科会参加社の中でも P-1, P-2 および T 工場がすでに操業を開始しており, ①溶接時の加熱範囲がせまく低周波の 1/2 以下であること, ②したがって溶接電力のロスが少なく, ③スティッチのない溶接強度の大きな鋼管がえられること, ④使用される帯鋼はミルスケールのまま製管できるなどの特長があると報告している。

しかし電気抵抗溶接法の主流はまだ 50~360 サイクルの低周波で, 本分科会の討議も現在までのところこの方法に限定されている感をまぬがれない。

B. 溶接部の温度および冷却速度 溶接部の溶接後の冷却条件は電縫機の構成によりほぼ決定される。冷却槽で水冷される温度が A_{r1} 変態点以上であると, 冷却により著しく硬化し溶接部を脆化させる。各社の実測結果は表 4.22 のとおりで, 冷却槽入口温度の高い S-3, Y-2 などのミルでは冷却槽の後部でのみ注水してこのような脆化を防止している。

C. 溶接圧力と溶接強度 スクイズロールおよび電極輪の圧力と溶接強度については工場により必ずしも一定の傾向を有してはいないが, 圧力がある程度以上でないとい十分な溶接強度がえられないと報告している工場が多い。(F-2, Y-2)。しかし造管条件によつては逆に圧力は小さいほうが良い (N-4), 圧力の多少の変動では差が現われてこない (F-1) などの報告もある。実験例の 1 つ (Y-2) をあげれば表 4.23 のごとくである。

表 4.23 溶接部圧力と溶接部強度の関係

(50A をアベイ・エトナ 4 kU)
(ミルで溶接した場合 Y-2)

| 電極輪にかか る圧力 (kg) | スクイズロー ルの方にかか る圧力 (kg) | 溶接前後の管 円周リダクシ ョン (mm) | 密着ヘン平試 験でクラック の生じなかつ たもの (%) |
|--------------------|------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|
| 1230 | 1450 | 0 | 0 |
| 1540 | 1820 | 1.05 | 40 |
| 1790 | 2110 | 1.35 | 50 |
| 2230 | 2620 | 3.60 | 80 |

D. 管肉厚と製管速度, 溶接電流の関係 管肉厚 t (mm). 製管速度 S (m/min) 溶接 2 次電流 I_2 (A) の間には理論上つぎの関係がある。

$$I_2 = Ktn\sqrt{S}$$

各工場の溶接実績は表4-24 に図4-36には S-3No. 1ミルにおける実績を示した. $n=1$, $K=2800\sim 3300$ 程度を使用している工場が多い. 帯鋼の鋼種によつても溶接電流値は変化し Y-3 の実績によれば, $C=0.12\%$ のリムド鋼については

$$I_2 = 40(6.2t^{1.75}\sqrt{S} + 1355)$$

$C=0.15\sim 0.24\%$ のセミキルド鋼については

$$I_2 = 40(6.2t^{1.75}\sqrt{S} + 1740)$$

となつている.

表 4-24 25A ($t=3.2$) の溶接電流各社の実績

| 工 場 名 | 20m/min | 30 m/min |
|-------|---------|----------|
| F-1 | 45000 | 55000 |
| F-2 | 45000 | 55000 |
| K | 48000 | 63000 |
| N-4 | 47500 | 55000 |
| P-1 | 55200 | — |
| P-2 | 40000 | 48000 |
| S-3 | 45000 | 55000 |
| T | 53000 | — |
| Y-2 | 53000 | 58000 |

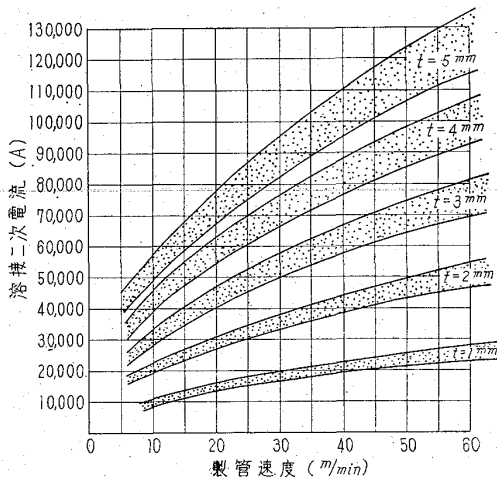


図 3-36 ミルにおける製管速度肉厚と溶接二次電流との関係 (S-3 No. 1)

E. フープ, エッジの形状およびウェルディング・スロート (welding throat) におけるオープンパイプの衝合形状に対する考え方 ウェルディング・スロートにおけるオープン・パイプの衝合型として図4-37の5種が検討されており, 各工場の採用している型はつぎのとおりである. カッコ内は採用工場名

逆V型…… (F-1, F-2, K, N-4, P-1, P-2, Y-2, Y-3)
 開き角は 10° までが使用され, 過大になると内面側の

溶接強度が低下する. P-1, P-2 では t/D が大になるほどこの角度を大きくとつており, Y-2, Y-3 では $t/d < 7\%$ にこの型を採用している.



図 4-37 ウェルディングスロートにおけるオープンパイプの衝合型

平行型 I 型…… (T, S-3, S-4)

衝合面に均等な圧力をうけるという点で好ましいと考へて採用している. S-3, S-4 ではこの型をうるため帯鋼エッジのシェイヴィング角 θ をつぎの式から求めている.

$$\theta = \tan^{-1}[\pi(t/D) / 1 - (t/D)^2]$$

ダブル逆V型…… (P-2)

P-2 では t/D がとくに大きなもので, 内面ビードの形状をとくに要求される場合にこの型を採用している.

X型…… (Y-2)

Y-2 で $t/D > 7\%$ のものに採用しており, 内外面に向かうメタルフローを少なくすることが目的だと報告している.

V型は各工場で検討されているが, いずれも十分な溶接強度がえられず採用されていない.

F. スクイズロール, センターと電極輪センターの管軸方向の位置関係と溶接性の変化 スクイズロール, センターを電極輪センターの前後 $30\sim 45\text{ mm}$ の範囲で変化させた実験結果 (N-4 ほか) によれば前後 19 mm までは溶接性にほとんど変化がない. しかし $30\sim 40\text{ mm}$ も変化させると前後にかかわらず溶接不良が発生する. 実際には電極輪センターと一致させている工場が多く, 異なる場合はサイザー側 (後方) に高々 3 mm 程度の所が多い.

4.6.2 溶接性を支配する材料面の因子

A. 材質面の因子

(a) 成分 (C-equivalent) の実績 リムド, セミキルド, キルド鋼とも製管されているが, あまり高炭素の鋼は製管されておらず, $C \leq 0.30\%$ で C_{eq} が 0.77% 以下の実績しか報告されていない.

C_{eq} の増大とともに溶接強度は低下し, N-4 によれば C_{eq} が 0.1% 増すごとに扁平強度は約 10% 低下する. 脱酸程度については, リムド鋼が最も良くセミキルド, キルドの順で溶接性が悪くなる.

キルド鋼の脱酸方式によつても溶接性は変化し, S-3 によれば Si の低い Al-キルド鋼のほうが Si-キルド鋼

より良いと報告されている。

(b) 機械的性質の実績 $\sigma_{\beta}=65 \text{ kg/mm}^2$, $H_R B=90$ までは溶接が可能である。しかし Y-2, Y-3 によれば, $\sigma_{\gamma}>50 \text{ kg/mm}^2$ および $\sigma_{\gamma}<25 \text{ kg/mm}^2$ では, フォーミング工程で帯鋼エッジがバックリングしやすく溶接性が悪くなるといわれる。溶接機のスクイズロールのすぐ次にプレッシャー・ロールをもつミルも P-2, T などで使用されているが, これらは溶接直後の管のスプリング, バックを考慮したものである。N-4の報告によれば溶接後のスプリング・バック σ_{sp} は次式で表わされ, 溶接部の推定温度 1200°C における変形抵抗の最小値 2 kg/mm^2 より小であり, スプリング・バックが溶接部を裂くようなことはないとのべている。

$$\sigma_{sp} = \sigma_e h / \rho$$

ここで σ_e は帯鋼の降伏応力, h は板厚, ρ は成型時の曲率半径である。

しかし P-2 によれば薄肉管や Ceq. の大きな材料の製管にはプレッシャー・ロールの有効性を認めている。

帯鋼は1~2%のスキンパスをあたえてから製管されることがあるが, 薄肉管のフォーミング工程でのバックリングや円周方向の小ジワ防止に効果が認められている。

(c) 偏析, 非金属介在物, 含有ガス成分などの影響
偏析は P, S が主で鋼塊の冷却過程で生じる。P はフェライトバンドとして現われ, 偏析が著しい場合にはサイジングおよび矯正過程で溶接部ワレを発生する。非金属介在物はスラグおよび脱酸生成物に起因し, A系(シリケート) B系(連続したアルミナ, MnS) が溶接部に切欠きを生じる原因となり溶接強度を低下させる。これらの害を防止するため各社は P, S の最大値をおさえたり, スリット・エッジバーを管内面に向けたり, ビードを狭く小さくして帯鋼のファイバーが外部に露出し難くするような対策を講じている。含有ガス成分については電縫溶接では加熱, 圧接, 冷却が非常に急速に行なわれるため影響を認めていない。

(d) 結晶組織の影響 帯鋼の結晶組織については溶接性あるいはそのほかの製管作業性の面で着目している工場が多い。F-1 工場では溶接性の面からフェライト粒度を JIS #4~8 に, K工場では成型作業性の面から #6~8 に, おさえている。また Y-2, Y-3 工場では電縫溶接が結晶粒の成長と衝合面を横切る粒界移動で行なわれるという見解から, 比較的低温で溶接が可能 $C<0.12\%$ の鋼ではフェライトの成長しやすさを問題として取上げている。Y-3 工場で行なつた帯鋼の圧延および捲取条件とそれらのオーステナイト粒の成長性の関係ならびに溶

接性との関係を求めた実験の一例をあげれば図 4-38, 表4-25のとおりで, 溶接電流範囲の広くて低い順に, すなわち溶接性の良い順に材料のオーステナイト粒の成長性が良好であると報告している。

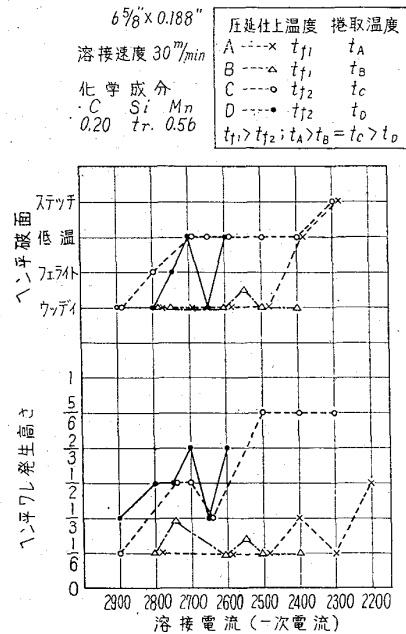


図 4-38 圧延および捲取条件別帯鋼の溶接性

表 4-25 供試材のオーステナイトの成長性

| 管 材 | オーステナイト粒度 No. | |
|-----|---------------|--------|
| | 925°C | 1200°C |
| D | 5.15 | 3.03 |
| C | 5.22 | 3.07 |
| B | 5.12 | 2.56 |
| A | 5.27 | 2.81 |

B. 前処理の因子

(a) マルティプル, スリットとシングル・スリットの比較 低炭素リムド鋼で $S<0.060\%$ ではマルティプル, スリット材もシングル, スリット材も溶接性に大した相違はない (F-1工場)。しかし作業上の難易はリム・リムが最も容易でリム・コア, コア・コアの順にむづかしくなる (F-1, T 工場)。したがってシングル, スリット材はマルティプルスリット材に比し溶接性が良いことが認められる。セミキルド鋼についてもシングル, スリットのほうが溶接性がよいと報告されている (Y-3 工場)

(b) 酸洗いとショット, プラストの差 N-4工場ではショット・プラスト・ミル1基, 酸洗い材を使用するミル2基をもっているが, 溶接2次電流・電圧ともにシ

ット、ブラストのほうが大になり、電極輪の1切削当りの造管長さは酸洗い材の場合 13500 m (25 Aについて)、ショット・ブラストの場合は 8000 m (80 Aについて) でスパーク疵などもショット・ブラストのほうが付きやすいと報告している。しかし Y-2 で同一ミルで両材の比較造管試験を行なった結果によれば差が全然認められていない。

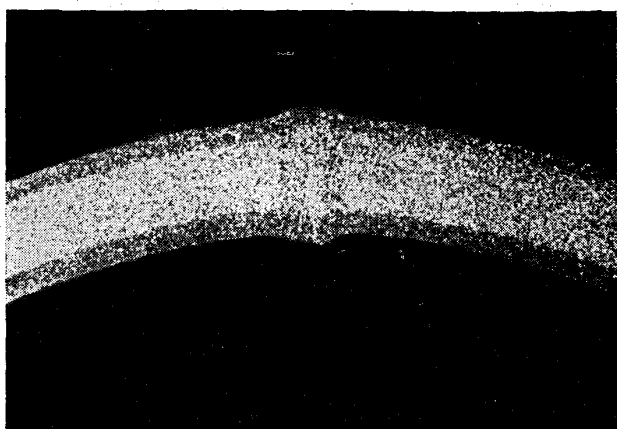
(c) 寸法の因子……t/D および肉厚の最大最小についての考え方 良好な衝合わせ状態を保持して溶接できれば、実用範囲に於る肉厚の大小は溶接性に大きな差を生じないという見方をしている工場が多く、t/D や肉厚

は溶接性よりは帯鋼の成型性に影響を及ぼすものと考えられるが、t/D 大になるほど帯鋼エッジの成型が困難になり、t/D が小になるほどエッジのバックリングが生じやすくなる。これらの問題が溶接作業性を悪くする。肉厚の最大値はトランス容量で制約され、小径管では電極とオープン・パイプの接触面積からも制約されることになる。各社の実績では t/D=2~13% 肉厚は 12.7 mm~1.0 mm の製管が可能ではあるが、F-1 の報告によれば t/D=3~6% が良好な衝合わせを保持しやすく溶接しやすいとべている。しかし t/D が等しくても d の相違で溶接しやすさが変化してくることを各社とも認めている。

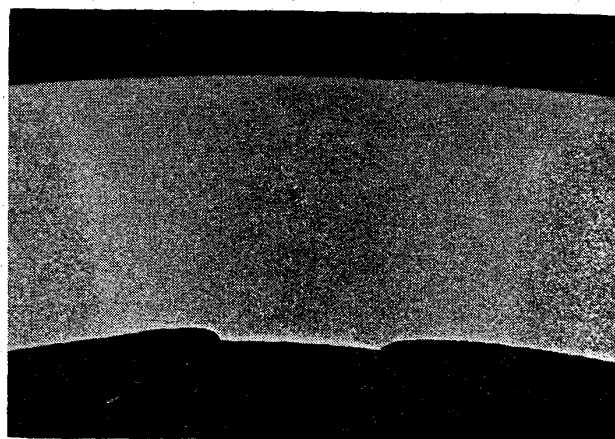
表 4.26 電気抵抗溶接条件・各社の実例

| 工場名 | 管材エッジの形状 | 溶接前形状 | ウエルディングスロート前後のパイプ寸法 | | | | | | | | | | 溶 接 条 件 | | | | | 参 考 事 項 | | |
|-----|-------------------------|------------------|---------------------|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|---------|-----------|------------|-------------------|--------------|------------|---|---|
| | | | 材質 | 製品寸法 外径×肉厚 | 溶 接 前 | | | 溶 接 後 | | | γ (%) | 二 次 側 | | VA t√S | 周波数 (%) | パイプ 間隙 (mm) | 管材の表面 処理法 | エッジの 有無 | | |
| | | | | | dv | dH | dv/dH | dv | dH | dv/dH | | 電圧(V) | 電流(A) | | | | | | | |
| F-1 | | 逆V型 | SPH-2 | 60.5×3.8 | 61.0 | 63.1 | 0.967 | 60.9 | 61.8 | 0.985 | - | 5 | 92800 | 35.8 | 20418.9 | 50 | 5.97 | 酸洗 | 無 | |
| | | | SPH-2 | 89.1×4.2 | 90.0 | 92.0 | 0.978 | 88.9 | 90.0 | 0.988 | - | 5 | 99840 | 32.2 | 20922.3 | 50 | 5.37 | " | " | |
| | | | SPH-2 | 114.3×4.5 | 116.5 | 117.0 | 0.996 | 115.6 | 115.5 | 1.000 | - | 5 | 98700 | 29.0 | 20384.1 | 50 | 4.83 | " | " | |
| | | | SPH-1 | 57.0×2.8 | - | - | - | 58.7 | 57.7 | 1.017 | 0.41 | 5 | 66080 | 29.8 | 21611.7 | 150 | 1.65 | " | 有 | |
| | | | SPH-1 | 54.2×1.2 | 56.0 | 57.6 | 0.972 | 55.4 | 56.6 | 0.979 | 0.27 | - | - | - | 29.0 | 11756.5 | 50 | 4.84 | " | " |
| F-2 | スリッター切口のまま | 逆V型 | SPH-1 | 34.0×3.2 | 35.1 | 35.0 | 1.002 | 34.8 | 34.1 | 1.02 | 1.9 | 5 | 52200 | 31 | 14654.7 | 60 | 4.3 | 酸洗 | | |
| | | | SPH-1 | 60.5×3.8 | 62.3 | 62.5 | 0.997 | 62.0 | 61.5 | 1.002 | 2.8 | 5 | 63000 | 28 | 15710.7 | 60 | 3.9 | " | | |
| K | スリッター切口のまま | 逆V型 | SPH-1 | 34.0×3.2 | 37.5 | 34.5 | 1.085 | 35.7 | 33.7 | 1.059 | 4.8 | 6.6 | 63500 | 30.0 | 23950.0 | 180 | 1.39 | 酸洗 | 有 | |
| | | | SPH-1 | 60.5×3.8 | 66.0 | 62.0 | 1.064 | 62.5 | 60.2 | 1.038 | 5.7 | 6.6 | 65000 | 24.0 | 23100.0 | 180 | 1.11 | " | " | |
| | | | SPH-1 | 27.2×2.8 | 29.5 | 28.0 | 1.054 | 28.5 | 27.2 | 1.045 | 4.2 | 6.6 | 67000 | 32.5 | 25203.7 | 180 | 1.5 | " | " | |
| | | | SPH-1 | 48.6×3.5 | 53.0 | 49.0 | 1.081 | 49.6 | 48.2 | 1.030 | 5.8 | 6.6 | 64000 | 25.0 | 21942.9 | 180 | 1.16 | " | " | |
| N-4 | スリッター切口のまま (90°) | 逆V型 | SPH-1 | 34.0×3.2 | 35.55 | 35.35 | 1.006 | 34.75 | 34.70 | 1.001 | 0.62 | 5.2 | 62000 | 50 | 14256.6 | 200 | 2.08 | 酸洗 | 無 | |
| | | | SPH-1 | 114.3×4.5 | 115.95 | 115.95 | 1.005 | 114.90 | 115.00 | 0.999 | 1.04 | 5.7 | 84000 | 35 | 17972.9 | 200 | 1.46 | ショットブラスト | 有 | |
| | | | SPH-1 | 27.2×2.8 | 28.55 | 28.35 | 1.007 | 28.30 | 28.20 | 1.003 | 0.56 | 4.4 | 54880 | 45 | 12876.8 | 200 | 1.88 | 酸洗 | 無 | |
| | | | SPH-1 | 165.2×5.0 | 166.20 | 165.40 | 1.005 | 165.10 | 165.30 | 0.999 | 1.20 | 6.5 | 114000 | 30 | 27043.8 | 200 | 1.25 | ショットブラスト | 有 | |
| P-1 | | 逆V型 | SPH-1 | 34.0×3.2 | 35.3 | 35.9 | 0.998 | 34.5 | 34.9 | 0.999 | 1.10 | 5.0 | 59100 | 20 | 12589.8 | 50 | 3.33 | 酸洗 | 有 | |
| P-2 | | 逆V型 | SPH-1 | 21.7×2.8 | 23.30 | 23.80 | 0.98 | 22.60 | 23.00 | 0.98 | - | 3.24 | 41000 | 24 | 9680 | 60 | 3.5 | 酸洗 | 有 | |
| | | | SPH-1 | 27.2×2.8 | 29.30 | 29.70 | 0.985 | 28.50 | 28.20 | 1.01 | 3.5 | 3.24 | 44200 | 24 | 10440 | 60 | 3.5 | " | " | |
| | | | SPH-1 | 34.0×3.2 | 35.50 | 36.00 | 0.986 | 34.50 | 35.00 | 0.986 | - | 4.80 | 56840 | 40 | 13480 | 180 | 1.8 | " | 無 | |
| | | | SPH-1 | 60.5×3.8 | 64.10 | 65.00 | 0.986 | 61.15 | 61.49 | 0.994 | - | 5.10 | 66640 | 40 | 14140 | 180 | 1.8 | " | " | |
| S-3 | | I型 | SPH-2 | 76.3×2.6 | 75.99 | 82.20 | 0.9245 | 72.51 | 97.56 | 0.9114 | 4.0 | 3.48 | 38650 | 14 | 13825.7 | 180 | 0.65 | 酸洗 | 有 | |
| | | | SPH-1 | 21.7×2.35 | 24.06 | 22.63 | 1.0632 | 22.15 | 22.16 | 0.9995 | 1.5 | 5.13 | 41600 | 43 | 15185.0 | 180 | 1.99 | 酸洗 | 有 | |
| | | | SPH-1 | 27.2×2.8 | 28.04 | 28.06 | 0.9993 | 27.65 | 27.80 | 0.9946 | 0.4 | 4.71 | 41300 | 32 | 12281.1 | 180 | 1.48 | 酸洗 | 有 | |
| | | | SPH-2 | 57×2.75 | 61.08 | 59.85 | 1.0205 | 58.14 | 58.20 | 0.9990 | 1.5 | 3.78 | 52200 | 31 | 12879.0 | 180 | 1.44 | 酸洗 | 有 | |
| S-4 | | I型 | SPH-1 | 318.5×7.0 | 330.8 | 327.5 | 1.0101 | 334.2 | 310.0 | 1.0781 | 4.5 | 4.07 | 96000 | 12 | 18475.2 | 180 | 0.56 | ショットブラスト | 無 | |
| T | | I型 | SPH-1 | 34.0×3.2 | 35.0 | 35.8 | 0.997 | 34.2 | 34.6 | 0.988 | 2.7 | 3.7 | 59000 | 22 | 14553.3 | 50 | 3.6 | 酸洗 | 有 | |
| | | | SPH-2 | 19×1.2 | 20.8 | 20.8 | 1.000 | 19.2 | 19.4 | 0.989 | 1.6 | (220) | (285) | 51 | 7316.2 | AC-DC | " | 無 | | |
| Y-2 | | X型 または 逆V型 | SPH-1 | 34.0×3.2 | 36.7 | 36.7 | 1.000 | 35.5 | 35.3 | 1.000 | 0.5 | - | 45000 | 35 | - | 180 | 1.62 | ショットブラスト | 無 | |
| | | | セミビルド | 34.0×3.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 54000 | 30 | - | 180 | 1.39 | " | " |
| | | | SPH-1 | 60.5×3.8 | - | - | - | - | - | - | - | 1.6 | 4.4 | 63000 | 30 | 13320.5 | 180 | 1.39 | " | " |
| Y-3 | | 逆V型 | SPH-1 | 114.3×4.5 | 122.7 | 117.0 | 1.047 | 115.0 | 116.0 | 0.991 | 4.8 | - | 96000 | 36.5 | - | 84 | 3.6 | ショットブラスト | 無 | |
| | | | SPH-1 | 216.3×5.8 | 228.9 | 221.0 | 1.036 | 217.5 | 216.0 | 1.007 | 7.6 | 6.2 | 104000 | 30.5 | 20150 | 84 | 3.0 | " | " | |
| | | | SPH-1 | 318.5×6.9 | 337.3 | 327.0 | 1.031 | 322.0 | 321.0 | 1.003 | 8.1 | - | 106000 | 180 | - | 84 | 1.8 | " | " | |

注) 溶接電圧電流欄の()内は1次側の値を示す。

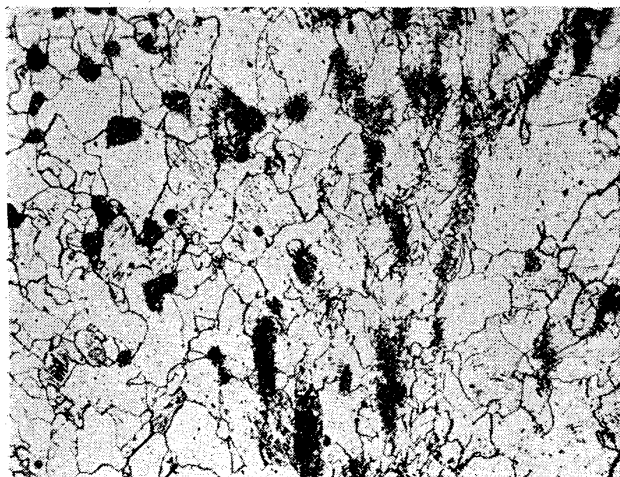


JIS 25 A (34'0x3'2) ビードのまま F2

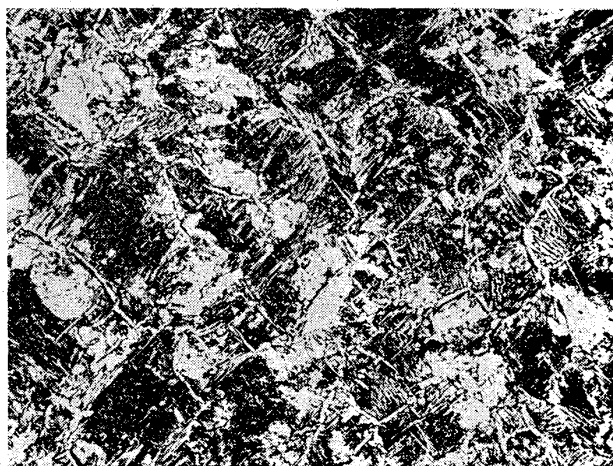


AP 15 L x 42 85/8'' x 0'280'' ビード切除後

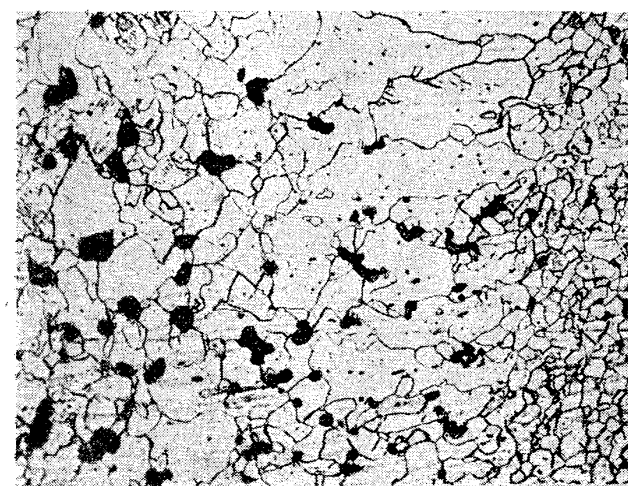
写真 4.8 電縫溶接部のマクロ組織 ×4 (原寸)



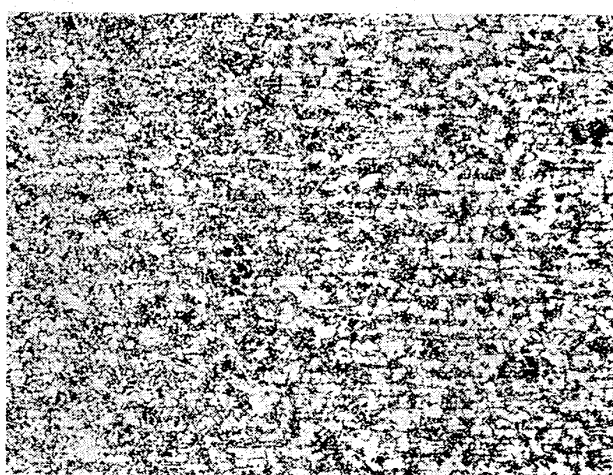
溶 部



響 部



溶 部



響 部

JIS 25 A (34'0x3'0) F2

AP 15 L x 42 85/8'' x 0.280'' Y3

写真 4.9 電縫鋼管溶接部のマイクロ組織 ×100 (原寸)

各社の電縫溶接条件の実例は表4.26に示すとおりである。また溶接部のマクロおよびマイクロ組織の実例を写真

4.8~4.9にそれぞれ示し溶接品質の1例を表4.27に示した。

表 4-27 スティッチの最大間隔と溶接品質の例

| 工場 | スティッチの最大間隔 | | 溶 接 品 質 の 例 | | | |
|-----|---------------------|-------------|-------------------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| | 計 算 値 (mm) | 実 績 (mm) | 製 品 寸 法 D×t(mm) | 鋼 種 JIS 記号 | ヘン平 × D | 押ひろげ成績 × D |
| F-1 | 6.0 | 6.0 | 57.0×2.8 54.2×1.2 | SPH-1 SPH-1 | 0.12~0.17 密 着 | 1.42~1.48 1.51~1.53 |
| F-2 | 5.1 | 5.1 | 34.0×3.2 60.5×3.8 | SPH-1 SPH-1 | 平均 0.43 平均 0.30 | 1.71~1.86 1.63~1.73 |
| K | 2.5 | 1.5 | 27.2×28 48.6×3.5 | SPH-1 SPH-1 | 密 着 密 着 | >1.45 >1.50 |
| N-4 | 2.50 | 2.3 | 27.2×2.8 165.2×5.0 | SPH-1 SPH-1 | 密 着 密 着 | 1.58 1.50 |
| P-1 | 3.81 | 3.8 | 34.0×3.2 | SPH-1 | 密 着 | 1.56~1.58 |
| P-2 | 60~4.15 180~2.66 | 3.5 2.0 | 27.2×2.8 48.6×2.3 | SPH-1 SPH-3 | 0.35~0.46 0.51~0.57 | 1.56~1.66 1.23~1.38 |
| S-3 | 2.54 | 2.08 | 27.2×2.8 60.3×3.85 101.6×2.77 | SPH-1 SPH-1 SPH-1 | 密 着 密 着 密 着 | 1.39 1.60 1.39 |
| T | 3.6 | 3.6 | 34.0×3.2 19×1.2 | SPH-1 SPH-1 | 密 着 密 着 | 1.54 1.46 |
| Y-2 | 2.78 | 1.7 | 60.5×3.8 | SPH-1 | 0.17 | >1.70 |
| Y-3 | 3.63 | 3.63 | 267.4×6.6 | SPH-1 | 密 着 | — |

4.6.3 溶接部の検査法

A. 品質管理 各工場における溶接部の品質管理状況は表4.28に示すとおりである。

B. 溶接部の検査法

(a) 破壊検査法 ①押し拡げ試験……ヘン平試験に次いで広く用いられているが円錐治具による拡管時に母材部が伸び溶接部が硬化している溶接のままのパイプでは溶接部にわれが入らない場合が多い。F-2工場ではこのため溶接部にノッチを入れ、故意に溶接部から破断させ破面状況により溶接条件の管理を行なうなどの対策を講じている。溶接がとくに悪い場合を適確に検出できるというP-2工場の報告もある。②縦圧試験……管軸方向に圧縮する試験で、母材と溶接部にほぼ均等な加工度を与える利点があるが、各社ともあまりとりあげていない。③ヘン平試験……溶接強度の検査法として最も広く用いられている。試験法は図4.39に示すように90°試験と0°試験がある。0°試験は展開試験の代用として各所で使用されている。90°試験では試験前後の管径変

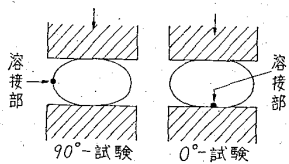


図4.39 ヘン平試験

化 d/D で判定せず管溶接部最外層の伸び e で判定すべきであることを各社とも認めている。 d/D と e の関係は次式のとおりである。

$$d/D = (1+e)t / (eD+t)$$

④展開試験……試験の意義は0°ヘン平試験と同じで各社ともヘン平試験で代用している。⑤水圧試験……管の内圧に対する耐圧強度と全長にわたる漏れの試験として各社で用いられている。⑥気密試験……P-2では表面に石鹼液を塗布し管内に空気を加え非常に小さいピン、ホルルの検出に使用している。⑦引張試験……展開した管より板状試験片を作製溶接部を標点間の中央に置き引張試験を行なう方法と最近リング状の引張試験方法が実用化されつつある。

(b) 非破壊検査法 溶接部の非破壊検査の目的は、オフラインの検査としてとくに問題のあるものについて個別に行なわれる場合と、オンラインの検査として従来の試験方法に代り能率を向上させ従来の試験方法では看過されていた欠陥を発見しようとする場合がある。

各社では非破壊検査法をようやく導入しはじめた段階にあり詳細にわたる報告はなされていないので検査法別に導入状況を記載する。

①超音波探傷……F-1, S-4, Y-3工場が製管ライン中

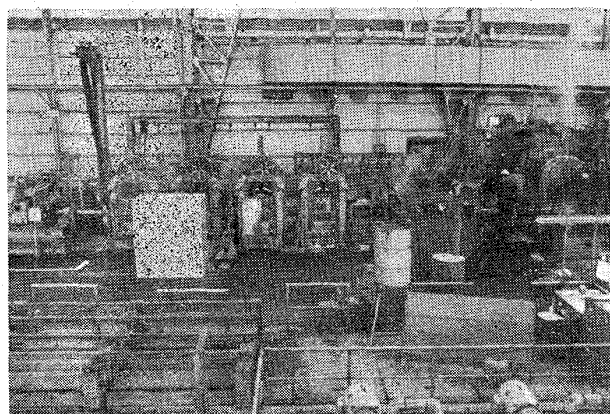


写真 4・10 超音侵探傷状況 (Y-3)

で探傷を行なっているほか、K、N-4 工場で計画中。

Y-3工場における使用状況を写真4・10に示す。

②磁気探傷……F-1, F-2, N-4 および S-3 工場でパイラー用鋼管そのほかの特殊管にオフ、ラインで行なっている。③渦流探傷……N-4 工場でオン、ラインで行なっているほか、F-1, K, S-3, Y-2 工場などで実用実験を行なっている。④X線検査……K 社で実験を行なったことがあるが、I.T.V. 方式では測定速度がでず自動警報装置の開発を期待している。⑤内面鏡検査……P-1 工場で溶接部内面の検査に用いている。⑥ダイチェック……各工場で使用されているが手間と費用がかかる点でオン・ラインでは不可能である。

表 4・28 溶接部の品質管理項目と担当部門(JIS 配管用炭素鋼管の場合)

| 工場名 | F-1 | F-2 | K | N-4 | P-1 | |
|----------------------|-----------------------|--------------|---------------------|-----------------|---------------|---------------|
| 管理項目 | | | | | | |
| 溶接条件 (電流, 電圧, 速度) | 製 (1回/時) | 製 (1回/時) | 製 (常時) | 製 (1回/時) | 技 (1回/30分) | |
| 溶接火色の観察 | 製 (常時) | 製 (常時) | 製 (常時) | 製 (常時) | 製 (常時) | |
| ラップ, スパーク 削面などの目視 | 製 (全数) | 製 (全数) | 製+検 (1回/30分)(全数) | 製 (全数) | 技 (常時) | |
| 溶接強度 | ヘン平試験 (90°, 0°テスト) | 製 (3回/時) | 製 (5回/半交代) | 検+製 (1回/30分) | 検 (2回/時) | 技 (1回/30分) |
| | 押広げ試験 | 製 (3回/時) | 製 (5回/半交代) | 検+製 (1回/30分) | 検 (2回/時) | 技 (1回/30分) |
| | 曲げ試験 | 検 (規格どおり) | 検 (規格どおり) | 検 (規格どおり) | 検 (規格どおり) | 検 (規格どおり) |
| 欠陥 | 渦流探傷 | — | — | — | 検 (全数) | — |
| | 超音波探傷 | — | — | — | — | — |
| 水圧試験 | 検 (全数) | 検 (全数) | 検 (全数) | 検 (全数) | 検 (全数) | |

| 工場名 | P-2 | S-3 | S-4 | T | Y-2 | Y-3 |
|----------------------|-----------------------|--------------------|---------------------|------------------|------------------|-----------------|
| 管理項目 | | | | | | |
| 溶接条件 (電流, 電圧, 速度) | 技 (1回/15~30分) | 技 (2回/15~30分) | 技 (1回/30分) | 製 (1回/15~30分) | 製 (1回/コイル) | 製 (1回/コイル) |
| 溶接火色の観察 | 製 (常時) | 製 (常時) | 製 (常時) | 製 (常時) | 製 (常時) | 製 (常時) |
| ラップ・スパーク 削面などの目視 | 技 (常時) | 技+製 (2回/15~30分) | 技+製 (1回/30分)(常時) | 製 (全数) | 製+検 (全数) | 製+検 (全数) |
| 溶接強度 | ヘン平試験 (90°, 0°テスト) | 技 (1回/15~30分) | 技 (2回/15~30分) | 製 (全数) | 製 (1回/15~30分) | 製+検 (1回/コイル) |
| | 押広げ試験 | 技 (1回/15~30分) | 技 (2回/15~30分) | — | 製 (1回/15~30分) | — |
| | 曲げ試験 | 検 (規格どおり) | 検 (規格どおり) | — | 検 (規格どおり) | 検 (規格どおり) |
| 欠陥 | 渦流探傷 | — | 実験中 | — | — | — |
| | 超音波探傷 | — | — | 技 (全数) | — | 製 (全数) |
| 水圧試験 | 検 (全数) | 検 (全数) | 検 (全数) | 検 (全数) | 検 (全数) | 検 (全数) |

注) 製は製造部門, 検は検査部門, 技は技術部門, カッコ内は, サンプル, サイズ

4.7 サイジングおよびカッティング

4.7.1 冷 却

均一で十分な冷却を行わないとサイジングで十分な曲り矯正が行なえずとくに硬い材質管では曲りが取れないことがある。

冷却法は、ウォータージャケットによるスプレーまたは浸漬により水冷を行なう。(図 4.40)

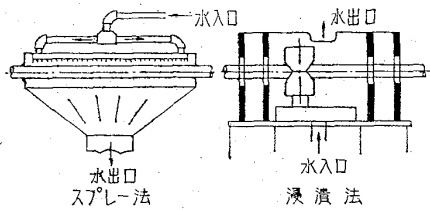


図 4.40

4.7.2 サ イ ジ ン グ

定径公差内に成型し、真円真直にする役をする高度の工程で直接製品の外觀形状に影響するので、機械精度が高く、微細な調整を行なうを要し、とくにロールは美しい仕上面と高度の寸法精度のものであるを要する。

各社のスタンド諸元は表4.29に示す。いずれも上下駆動であるが、スタンド数は水平スタンド3~4パーチカルサイドロールスタンドがその中に入れられているもの、そうでないものがある。

ロールは半円の孔型であるが、少し大き目の管を絞つて定径とするものが多い。真直にするには、①タークスヘッドまたは②上下左右移動の可能なロールによつて、上下左右に調整する。

ロールは SUJ-2, SKD-11 またはその相当品が使用されているが、孔型仕上精度、面状況は、直接製品の寸

法、肌に影響するので、厳重な受入検査、保管がなされている。

最近異形管(角, 楕円, その他)の製造も溶接仕上で行なわれるようになってきたが、いずれも丸管を溶接後サイジング・タークスヘッドなどで、成型する方式、または別に冷間成型機で行なう方式が採られている。

4.7.3 フライイングカットオフ

連続的に成型、溶接、定型された管は、一定の速度で送り出されてくるので、これを定寸に走行切断する必要がある。

切断方法は大別すると、鋸切断 (F.S.) 突切りバイト切断 (R.C.) ディスクカッター切断 (R.D.C.) 剪断 (P.C.) に分かれるが、走行切断であるため、機械の動く部分ではできるだけ軽量で故障のないことが必要である。

一般に鋸、突切バイト、ディスクカッタープレスカッターの順に切断速度が迅速で、造管速度を上げることができるが、管端切断面の平滑さは突切バイト方式が最もすぐれている。

プレスカッターの場合は小径管の切断に適しているが、管端の変形が生じ、フェーサーで精整仕上げを行なう必要がある。

とくに薄肉管では、ディスクカッターの場合、管端が絞られるので、これもまたフェーサーで十分な仕上げを行なう必要がある。しかしこの両者は造管速度を上げることができる点に大きな利点がある。

鋸は設備費が安価で異形管切断に適しているが、管端にカエリができる欠点がある。

フライイングカットオフ諸元を表4.30に、刃物類を図4.41に示す。

| 切 削 工 具 形 状 | Flying saw type | | | Rotary cutter type | | | | Rotary disc cutter type | | | | | Press cutter type | |
|----------------------------|-----------------|-------|-------|--------------------|---------|-------|-------|-------------------------|--------|-------|------|------|-------------------|--|
| | P-1 | P-2 | N-3 | T | F-1 | F-2 | K | N-4 | S-3 | S-4 | Y-2 | Y-3 | N-4 | |
| 該 工 場 名 | | | | | | | | | | | | | | |
| 材 質 | SKS-7 | SKS-5 | SKS-5 | SKH-4 | SKH-3.4 | SKH-4 | SKH-4 | SKH-3 | SKH-23 | SKH-4 | SNCM | SNCM | SKH-2 | |

図 4.41 フライイングカットオフ刃物

表 4-29 サイジング諸元およびロール配列

| 工場 | 号機 | ロール材質 | ロール硬度 Hs | 製作会社 | ロール調整 | 電動機馬力 (kW) | 曲り取り | 潤滑液 | ロール孔型の径 (mm) | | | | | |
|-----|----|---------------|----------|----------------------|------------------------------------|----------------------|-------------------|------------|--------------|------------|------------|-------|-------|-------|
| | | | | | | | | | 32A*1 | | | | | |
| | | | | | | | | | H | V | H | V | H | V |
| F-1 | 1 | SUJ-2 | 80~85 | 高砂鉄工 東洋刃物 日立金属 | ウォーム, ウォーム ホイールスクリュ | | ① | 水溶性 切削油 | 21*4 | 21*6 | 21*3 | 21*3 | 21*3 | — |
| | 2 | SKD-11 | | | | | | | 21*8 | — | 21*6 | 21*8 | 21*4 | — |
| | 3 | | | | | | | | — | — | — | — | — | — |
| F-2 | 1 | SUJ-1 | 80~90 | 第1高周波 日立金属 | ウォーム, ウォーム ホイールスクリュ | 37 | ① | 同上 | 21*6 | 21*8 | 21*4 | 21*6 | 21*2 | — |
| | 2 | SKD-11 | | | | | | | 21*6 | 21*8 | 21*4 | 21*6 | 21*2 | — |
| | 3 | | | | | | | | 21*6 | 21*8 | 21*4 | 21*6 | 21*2 | — |
| K | 1 | SUJ-2 | 80~85 | 日立金属 東洋刃物 自 社 | 上下とも手動 | 15 | ② | 同上 | 21*35 | — | 21*35 | — | 21*35 | — |
| | 2 | SKD-11 | | | | | | | — | — | — | — | — | — |
| | 3 | | | | | | | | 21*35 | — | 21*35 | — | 21*35 | — |
| | 4 | | | | | | | | 21*35 | — | 21*35 | — | 21*35 | — |
| N-3 | 1 | DC-1 | 62±5 | 日立金属 | 上下とも調節ネジ で手動 | 15×3 | — | 工業用 冷水 | *2*1 21*7 | *2 21*6 | *2 21*6 | — | — | — |
| N-4 | 1 | SKD-11 | 80 | 日立金属 東洋刃物 関 特 | 同 上 | 37 | ① | 水溶性 切削油 | 22*61 | 21*59 | 22*35 | 21*49 | 22*10 | 21*33 |
| | 2 | SUJ-2 | | | | | | | 22*61 | 21*59 | 22*35 | 21*49 | 22*10 | 21*33 |
| | 3 | SKD-11 | | | | | | | — | — | — | — | — | — |
| P-1 | 1 | SUJ-2.3 | 83±2 | 高砂鉄工 関東特殊 自 社 | 上下とも調節ナット により手動 | | ② | 同上 | 21*65 | 21*45 | 21*45 | 21*35 | 21*3 | 21*3 |
| | 2 | | | | | | | | 19*05 | 15*95 | 16*36 | 15*9 | 16*3 | 15*85 |
| | 3 | | | | | | | | 27*0 | 25*45 | 26*5 | 25*4 | 25*5 | 25*35 |
| | 4 | | | | | | | | 11*1 | 8 | 8*3 | 7*93 | 8*1 | 7*87 |
| P-2 | 1 | SKD-11 | 78~81 | 高砂鉄工 | 上下とも調節ナット 上調節ナット 下スパーサー | 25 75 25 35 | ①② ① ① ① | 同上 | 12*0 | 22*4 | 21*4 | 22*4 | 21*3 | 22*4 |
| | 2 | | | | | | | | — | 22*07 | 21*56 | 21*90 | 21*39 | 21*70 |
| | 3 | | | | | | | | — | 12*6 | 10*0 | 10*0 | 9*55 | 10*0 |
| | 4 | | | | | | | | 16*4 | 16*4 | 15*9 | 16*4 | 15*9 | — |
| S-3 | 1 | SKD-11 | 80~85 | 関 特 自 社 東洋刃物 | 手 動 | 45 30 30 37 | ① ① ① ① | 同上 | 21*43 | 21*85 | 21*35 | 21*76 | 21*30 | — |
| | 2 | | | | | | | | ” | ” | ” | ” | ” | — |
| | 3 | | | | | | | | ” | ” | ” | ” | ” | — |
| | 4 | | | | | | | | ” | ” | ” | ” | ” | — |
| S-4 | 1 | SKD-11 | 80±2 | 日立金属 関 特 | ウォーム, ウォーム ホイールスクリュ | 55×4 | ② | 同上 | — | — | — | — | — | — |
| T | 1 | SKD-11 | 80~85 | 自 社 日立金属 東洋刃物 | 調節ボルトナット を手動 | | ① | 同上 | — | — | 10*73 | 10*70 | 10*65 | 10*65 |
| | 2 | SUJ-2 | | | | | | | 21*55 | 21*50 | 21*40 | 21*35 | 21*25 | 21*25 |
| | 3 | | | | | | | | — | 11*25 | 11*20 | 11*15 | 11*10 | 11*00 |
| | 4 | | | | | | | | 30 | — | 13*0 | 10*43 | 10*65 | 10*35 |
| Y-2 | 1 | SKD-11 | 80~85 | 高砂鉄工 | 調節ボルトを手動 ウォーム, ウォーム ホイールスクリュ | 75 37 | ② ① | 同上 | 21*72 | 22*05 | 21*54 | 21*84 | 21*34 | 21*97 |
| | 2 | | | | | | | | 21*74 | 21*88 | 21*59 | 21*81 | 21*35 | — |
| Y-3 | 1 | SKD-11 に相当 | 75~80 | 高砂鉄工マッ キントッシュ | ウォーム, ウォーム ホイールスクリュ | 37×4 | ② | 同上 | — | — | — | — | — | — |

註 電動機馬力欄空白はフォーミングと共通モーターのため空白とした。

* 1. P-1, P-2, Tについては当該寸法管ないため下記寸法につき示す。

P-1 { 2. 31,8D
3. 50,8D
4. 15,9D } P-2 { 3. 19*10D
4. 31*80D } T { 1. 15A
3. 22.20D
4. 21.0D }

表 4.29 サイジング諸元およびロール配列 (つづき)

| 工場 | ロール 孔 型 の 径 (mm) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|------------------|--------------|------------|------------|------------|-------|-------|-------|-------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------|-------|-------|-------|---|
| | 32A*1 | | 80 A | | | | | | | | 250 A | | | | | | | |
| | H | T | H | V | H | V | H | V | H | T | H | V | H | V | H | V | H | T |
| F-3 | — | 21*3 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | 21*3 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | — | — | 45*2 | 15*8 | 44*9 | — | 44*7 | 45*5 | 44*2 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| F-2 | — | 21*6 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | — | 21*6 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | — | 21*6 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| K | 21*35 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | — | — | — | 4*6 | 44*4 | 44*4 | 44*4 | 44*2 | 44*4 | 44*2 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | 21*35 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | 21*35 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| N-3 | — | — | *2 45*3 | *2 45*1 | *2 45*1 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | |
| N-4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | — | — | — | 44*96 | 45*36 | 44*81 | 45*21 | 44*65 | 45*10 | 44*50 | — | — | — | — | — | — | — | |
| P-1 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | — | 15*88 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | — | 7*03 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| P-2 | 21*3 | 21*35 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | 21*18 | #21 21*40 | — | 45*6 | 44*78 | 45*40 | 44*60 | 45*20 | 44*40 | #21 44*60 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | 9*55 | #22 21*10 | — | — | — | — | — | — | — | — | #22 44*30 | — | — | — | — | — | — | — |
| | — | 9*55 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | — | 15*9 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| S-3 | — | 21*35 | 44*53 | 44*45 | 44*45 | 44*86 | 44*40 | — | — | 44*45 | — | — | — | — | — | — | — | |
| | — | ” | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | |
| | — | ” | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | |
| | — | ” | 44.53 | 44*45 | 44.45 | 44*86 | 44*40 | — | — | 44*45 | — | — | — | — | — | — | — | |
| S-4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 139*3 | 134*3 | 138*9 | 134*0 | 138*6 | 133*7 | 138*2 | 133*5 | |
| T | 10*63 | 10*65 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | |
| | 21*25 | — | 44*65 | 44*75 | 44*55 | 44*50 | 44*45 | 44*45 | 44*45 | — | — | — | — | — | — | — | — | |
| | 11*05 | 11*05 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | |
| | 10*35 | 10*35 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | |
| Y-2 | 21*08 | — | 44*83 | 45*42 | 44*83 | 45*42 | 44*65 | 45*09 | 44*20 | — | — | — | — | — | — | — | — | |
| | — | 21*35 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | |
| Y-3 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | *3 136 *98 | *3 136 *75 | *3 136 *53 | *3 133 *71 | — | — | — | — | |

* 2. N-3 工場ロール軸は水平に対し 45°, 135°おのおの傾斜している。

* 3. Y-3 社は各スタンドとも 4 ロール

H: ホリゾンタルロール V: サイドロール T: タクスヘッド

略号:

①: サイジングロールとタークスヘッド ②: 後半サイジングロール 3 組

表 4.30 フライニングカットオフ諸元

| 工場 | 号機 | 型式 | 能力 (mm) | | 製管速度 (m/min) | | | 電動機馬力 (kW) | 総重量 t | 走行ストローク (mm) |
|-----|----|-------|------------|---------|--------------|------|------|-----------------------|-------|--------------|
| | | | 外径 | 肉厚 | 32A | 80A | 250A | | | |
| F-1 | 1 | R.C | 19~61 | 1.2~4 | 26.4 | — | — | 3.7 | 1 | 1800 |
| | 2 | R.C | 19~114.3 | 1.2~4 | 24.2 | — | — | 4.5 | 1 | 1800 |
| | 3 | R.C | 60~170 | | — | 32.3 | — | 7.5 | 1.7 | 2000 |
| F-2 | 1 | R.C | 14~61 | 4 | 30 | — | — | 3.7 | 1 | 1900 |
| | 2 | R.C | " | 4 | " | — | — | " | " | " |
| | 3 | R.C | " | 4 | " | — | — | " | " | " |
| K | 1 | R.C | 21.7~89.1 | 1.2~5 | 30 | — | — | 3.7 | 0.65 | 1200 |
| | 2 | R.C | 60.5~165.2 | 1.6~6 | — | 23 | — | 11 | 2.00 | 2000 |
| | 3 | R.C | 17.3~48.6 | 1.2~4 | 26 | — | — | 3.7 | 0.65 | 1200 |
| | 4 | R.C | 21.7~89.1 | 1.2~5 | 30 | — | — | 3.7 | 0.65 | 1200 |
| N-3 | 1 | F.S | 21.7~89.1 | 2.8~4.2 | 105 | 55 | — | フリッパー 3.7 ロッカー 7.5 | 11 | 610 |
| N-4 | 1 | P.C | 17.3~76.3 | 1~4 | 40 | — | — | 11 | 2.3 | 600 |
| | 2 | P.C | 17.3~76.3 | 1~4 | 40 | — | — | 11 | 2.3 | 600 |
| | 3 | R.D.C | 60.5~165.2 | 1.6~7.9 | — | 50 | — | 11 | 6.8 | 4064 |
| P-1 | 1 | F.S | 21.0~60.5 | 1.2~3.8 | 18 | — | — | 7.5 | 0.25 | 1500 |
| | 2 | P.C | 15.9~54.0 | 1.2~2.0 | — | — | — | 5.0 | — | — |
| | 3 | F.S | 25.4~88.3 | 1.6~3.2 | — | — | — | 10.0 | — | 2500 |
| | 4 | P.C | 15.9~63.5 | 1.0~2.8 | — | — | — | 7.5 | — | — |
| P-2 | 1 | F.S | 21.7~76.3 | 1.2~4.0 | 22 | — | — | 7.5 | 0.4 | 1350 |
| | 2 | R.D.C | 34~125 | 1.6~5.5 | 40 | — | — | 15 | 3.0 | 3500 |
| | 3 | P.C | 15.9~63.5 | 0.5~3.2 | — | — | — | 5.5 | 2.0 | — |
| | 4 | F.S | 15.9~50.8 | 0.8~2.8 | — | — | — | 5.5 | 0.2 | 1300 |
| S-3 | 1 | R.D.C | 19.1~114.3 | 1.2~4.5 | 45 | 40 | — | 3.7 | 2.5 | 1800 |
| | 2 | R.D.C | 19.1~60.5 | 1.2~3.8 | 30 | — | — | 3.7 | 2.0 | 1800 |
| | 3 | R.D.C | 19.1~60.5 | 1.2~3.8 | 30 | — | — | 3.7 | 2.0 | 1800 |
| | 4 | R.D.C | 19.1~114.3 | 1.2~4.8 | 45 | 40 | — | 3.7 | 2.5 | 1800 |
| S-4 | 1 | R.D.C | 406.4 | 12.7 | — | — | 28 | 3.0 | 2.0 | 7500 |
| T | 1 | F.S | 17.3~89.1 | 1~4.2 | 15 | — | — | 2.2 | 0.3 | 1000 |
| | 2 | R.C | 27.2~89.1 | 1~4.2 | 15.5 | 12 | — | 3.7 | 3 | 1500 |
| | 3 | R.C | 19.1~38.1 | 1~2.5 | 18 | — | — | 2.2 | 1.7 | 1700 |
| | 4 | P.C | 12.7~13.5 | 0.6~3.2 | 30 | — | — | 7.5 | 3.0 | 700 |
| Y-2 | 1 | R.D.C | 21.7~101.6 | 6 | 35 | 35 | — | 11 | 3.0 | 2000 |
| | 2 | R.D.C | 21.7~48.6 | 8 | 30 | — | — | 5.5 | 1.5 | 2133.6 |
| Y-3 | 1 | R.D.C | 355.6 | 12.7 | — | — | 26 | 37 | 11.0 | 2286 |

表4-30 フライニングカットオフ諸元(つづき)

| 工場 | 号機 | 起動および戻し装置 | バイト本数 | バイト送り機構 | チャック型式 | チャックの機構 | ストップ機構 | 切断最小長さ(m) | | |
|-----|----|-----------|--------|---------|----------|-----------|---------|-----------|-----|------|
| | | | | | | | | 32A | 80A | 250A |
| F-1 | 1 | エアーシリンダー | 3 | カム | 半円型 | エアー | エアー | 4 | — | — |
| | 2 | エアーシリンダー | 3 | カム | コレット | エアー | エアー | 4 | — | — |
| | 3 | 重エアーシリンダー | 3 | カム | コレットローラー | エアー | エアー | — | 4 | — |
| F-2 | 1 | エアー作動 | 3 | カム | 半円径 | エアー | エアー | 4 | — | — |
| | 2 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | — | — | — |
| | 3 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | — | — | — |
| K | 1 | バネ | 2 | 板カム | 半円型 | エアー | 油圧 | 3 | — | — |
| | 2 | メカニカル油圧 | 2 | 板カム | コレット型 | エアー | 油圧 | — | 3 | — |
| | 3 | バネ | 2 | 板カム | 半円型 | エアー | 油圧 | 3 | — | — |
| | 4 | バネ | 2 | 板カム | 半円型 | エアー | 油圧 | 3 | — | — |
| N-3 | 1 | メカニカル空気 | 鋸刃 | 板カム | — | — | 油圧 | 8 | 8.0 | — |
| P-1 | 1 | 空気 | 上下刃1/4 | クランク | 半円型 | スライディングカム | ナシ | 0.8 | — | — |
| | 2 | 空気 | 上下刃1/4 | クランク | 半円型 | スライディングカム | ナシ | 0.8 | — | — |
| | 3 | メカニカル油圧 | 上下刃1/4 | 油圧作動 | 半円型 | 油圧 | 油圧 | — | 8.0 | — |
| P-1 | 1 | バネ, エアー | 上下1/4 | 平カム | 半円型 | エアー | 油圧 | 3.6 | — | — |
| | 2 | バネ | 上下1/4 | クランク | 〃 | スライドカム | 〃 | — | — | — |
| | 3 | エアー | 上下1/4 | 平カム | 〃 | エアー | 〃 | — | — | — |
| | 4 | バネ | 上下1/4 | クランク | 〃 | スライドカム | 〃 | — | — | — |
| S-2 | 1 | 空気作動 | 上下1 | 板カム | 半円型 | エアー | エアー | 3 | — | — |
| | 2 | 電動 | 上下2 | 油圧 | コレット | 油圧 | — | 5 | — | — |
| | 3 | 空気 | 上下1/4 | クランク | 半円型 | スライディングカム | — | — | — | — |
| | 4 | 空気作動 | 上下1 | 板カム | 半円型 | エアー | エアー | 3 | — | — |
| S-3 | 1 | 油圧 | 3 | 油圧 | 半円型 | 油圧 | スプリング油圧 | 2.22 | 2.5 | — |
| | 2 | 油圧 | 3 | 油圧 | 半円型 | 油圧 | スプリング油圧 | 2.22 | — | — |
| | 3 | 油圧 | 3 | 油圧 | 半円型 | 油圧 | スプリング油圧 | 2.22 | — | — |
| | 4 | 油圧 | 3 | 油圧 | 半円型 | 油圧 | スプリング油圧 | 2.22 | 2.5 | — |
| S-4 | 1 | 電動 | 4 | 油圧 | 半円型 | 油圧 | ナシ | — | — | 6 |
| T | 1 | 重錘 | 1 | 板カム | 半円型 | エアー | スプリング油圧 | 1.0 | — | — |
| | 2 | 空気 | 3 | 〃 | 半円型 | エアー | スプリング油圧 | 3.7 | 3.7 | — |
| | 3 | 重錘 | 3 | 〃 | コレット | 油圧 | スプリング油圧 | 2.2 | — | — |
| | 4 | 空気 | 上下刃1/4 | クランク | 半円型 | スライディングカム | スプリング | 0.8 | — | — |
| Y-2 | 1 | 電動 | 2 | 油圧 | 半円型 | 油圧 | ナシ | 5 | 5 | — |
| | 2 | 油圧 | 3 | 油圧 | 半円型 | 油圧 | ナシ | 5 | — | — |
| Y-3 | 1 | 油圧 | 3 | 油圧 | 半円型 | 油圧 | ナシ | — | — | 5 |

表 4-30 フライニングカットオフ諸元 (つづき)

| 工場 | 号機 | 誤差範囲 (mm) | | | バイト回転数 (r.p.m.) | | | 切断速度 (m/min) | 切削剤 | 薄肉管切断の場合の変形防止対策 |
|-----|----|-----------|------|------|-----------------|---------|--------|--------------|------------------------------------|--------------------------------|
| | | 32A | 80A | 250A | 32A | 80A | 250A | | | |
| F-1 | 1 | ±10 | — | — | 240 | — | — | 30 | 水溶性 切削油 | クランプ圧力の調整 |
| | 2 | ±10 | — | — | 100~600 | — | — | 30 | | |
| | 3 | — | ±10 | — | — | 63~184 | — | 30 | | |
| F-2 | 1 | ±5 | — | — | 230 | — | — | 13~45 | 水溶性 切削油 | クランプ圧力の調整 |
| | 2 | " | — | — | " | — | — | | | |
| | 3 | " | — | — | " | — | — | | | |
| K | 1 | ±10 | — | — | 139°6~544°1 | — | — | 50 | 同 上 | な し |
| | 2 | — | ±10 | — | — | 175 | — | 50 | | |
| | 3 | ±10 | — | — | 139°6~544°1 | — | — | 50 | | |
| | 4 | ±10 | — | — | 139°6~544°1 | — | — | 50 | | |
| N-3 | 1 | ±125 | ±125 | — | 3000 | 3000 | — | 5750 | 使用せず | な し |
| N-4 | 1 | ±5 | — | — | — | — | — | 80 | 水溶性 切削油 | な し |
| | 2 | ±5 | — | — | — | — | — | 80 | | |
| | 3 | — | ±5 | — | — | 158~465 | — | 6°0~17°7 | | |
| P-1 | 1 | ±8 | — | — | 3000 | — | — | — | な し | な し |
| | 2 | ±3 | — | — | — | — | — | — | | |
| | 3 | ±10 | — | — | — | — | — | — | | |
| | 4 | ±5 | — | — | — | — | — | — | | |
| P-2 | 1 | ±20 | — | — | 2650 | — | — | 3600 | な し | な し チェック圧力の調節 |
| | 2 | ±20 | — | — | 750 | 540 | — | 10 | | |
| | 3 | ±5 | — | — | — | — | — | 80 | | |
| | 4 | ±15 | — | — | 3460 | — | — | 4700 | | |
| S-3 | 1 | ±10 | ±10 | — | 400 | 400 | — | 55~95 | 水溶性 切削油 | ①チャック間にライナー挿入 ②カッターに角の小さな薄刃 |
| | 2 | ±10 | — | — | 400 | — | — | 55~95 | | |
| | 3 | ±10 | — | — | 400 | — | — | 55~95 | | |
| | 4 | ±10 | ±10 | — | 400 | 400 | — | 55~95 | | |
| S-3 | 1 | — | — | ±40 | — | — | 80~220 | 30~200 | な し | な し |
| T | 1 | ±10 | — | — | 3300 | — | — | 60 | — 水溶性 切削油 — 水溶性 切削油 | — コレットチャック使用 " — |
| | 2 | ±10 | ±10 | — | 450 | 285 | — | 50 | | |
| | 3 | ±10 | — | — | 570 | — | — | 46 | | |
| | 4 | ±5 | — | — | — | — | — | 100 | | |
| Y-2 | 1 | ±10 | ±10 | — | 418 | 327 | — | 37~175 | 同 上 | な し |
| | 2 | ±10 | — | — | 438 | — | — | 60 | | |
| Y-3 | 1 | ±20 | — | — | 300 | — | — | 90~110 | 同 上 | な し |