

大 径 溶 接 鋼 管 製 造 設 備

Large Size Spiral Welded Steel Pipe Line Manufacturing Equipment

石 井 英 雄* 町 田 金 重*
Hideo Ishii Kaneshige Machida
青 木 邦 男* 森 実 伸 明*
Kunio Aoki Nobuaki Morizane

内 容 梗 概

諸産業の動脈となる石油・ガス・用水などの輸送管，または工場の基礎杭などにすぐれた性能を発揮している大径溶接鋼管の製造方式と，今回国産1号機として八幡鋼管株式会社に納入したスパイラル溶接鋼管製造設備の概要およびその特長について紹介する。

1. 緒 言

大径溶接鋼管の製造はベンディングローラによる成形によって古くから行なわれていたが，著しい諸産業の発達により，その需要が急速にのびてきた。

この要求に応ずるため国内においてもここ3～4年の間にU-Oプレスによる成形法または，スパイラル成形法などの量産設備が設置されてきたが，このほとんどが欧米からの輸入によるものであった。

今回八幡鋼管株式会社九州工場に納入したスパイラル溶接鋼管製造機は，広範囲な実験研究の結果設計製作されたもので欧米品に匹敵する性能を発揮して好調裡に稼動しており，管径・管長・板厚・機質と多彩に変化する大径管の需要に応じてその特色をいかに発揮している。

2. 大径溶接鋼管の製造方式

諸産業規模の増大化に伴って，その動脈となる石油，ガス，用水などの需要も急速に増加してきた。このためこれらの合理的な輸送源として，大径溶接管が欠くべからざるものとなってきた。また土建の基礎杭として大径の鋼管パイルがすぐれた性能を発揮して従来の杭(くい)にとって代わりつつある。

さらに新しい面での用途として工場建屋の主要部分に用いられ経済的にも，美観上からも遺憾なく特色を発揮している。また将来の開発分野として大径鋼管のテーパボールが広範囲な需要を期待されるなどその用途は多角的である。

このように急速に脚光をあびてきた大径溶接鋼管は，ベンディングローラにより成形する方法が古くから行なわれていたが，需要の増加とともに製品の精度に対する要求も次第に高度化してきたため，大量生産と品質の確保を目標にスパイラル成形の大径溶接鋼管や，U-Oプレス方式による製造法が採用されるようになった。

このように発達してきた大径溶接鋼管は製造工程で大別すれば，成形・溶接・精整の3段階に分けられるが，現在一般に行なわれている製造方法を成形方式から分類してその概要を次に述べる。

(1) ベンディングローラにより成形する方法

この方法は設備も簡単で比較的容易に設置できるため，小量生産に対しては広く用いられているが，管長に制限されるため，長尺の大径管を製造する場合は数本溶接する必要がある，コスト高となる難点がある。

また他の方式に比較して品質面で劣り，大量生産には不適當である。

(2) スパイラル状に成形する方法

この方法はストリップコイルをアンコイラにて巻き戻しながら

成形機にてスパイラル状(らせん形)に巻き，継ぎ目を溶接して大径管を製造するものであり，コイル末端は次のコイル先端に溶接されるため，材料は連続的に供給できるので管長の制限はない。

この製法は設備も比較的小規模で済み，型替が容易であるため多品種の生産に適しており，自動操作による成形溶接ができるので品質の安定した精度のよい大径溶接鋼管がえられる。

しかし，ストリップにキャンバーなどがあれば，製管精度および歩どまりなどに影響するので良質のストリップコイルを選択する必要がある。

(3) U-Oプレスにより成形する方法

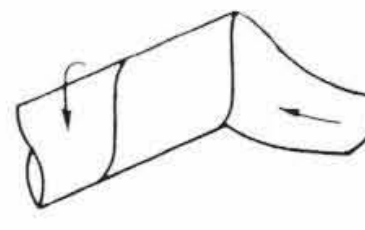
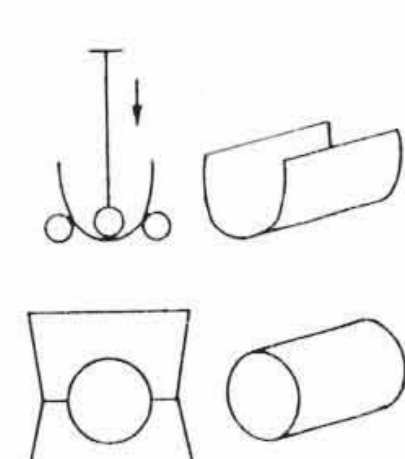
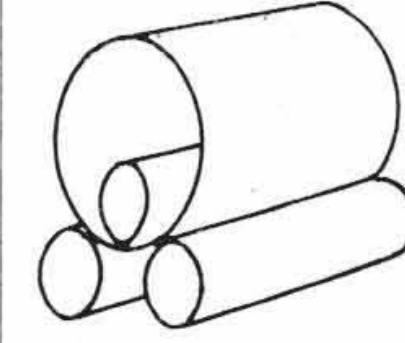
ベンディングローラによる方法では量産に不適であり，品質面で劣るため，これらの短所を補う目的で大容量のプレスによる成形方法が開発された。

この方法はあらかじめ正確にトリミングされた鋼板をUイングプレスによりU字形に成形したあと，大容量のOイングプレスにより円形に丸めるものであり，強力なOイングプレスによって冷間圧縮加工を行ない水圧拡張機で水圧を加えて管をふくらますので真円度のよい均一な製品を量産できる特長をもっている。

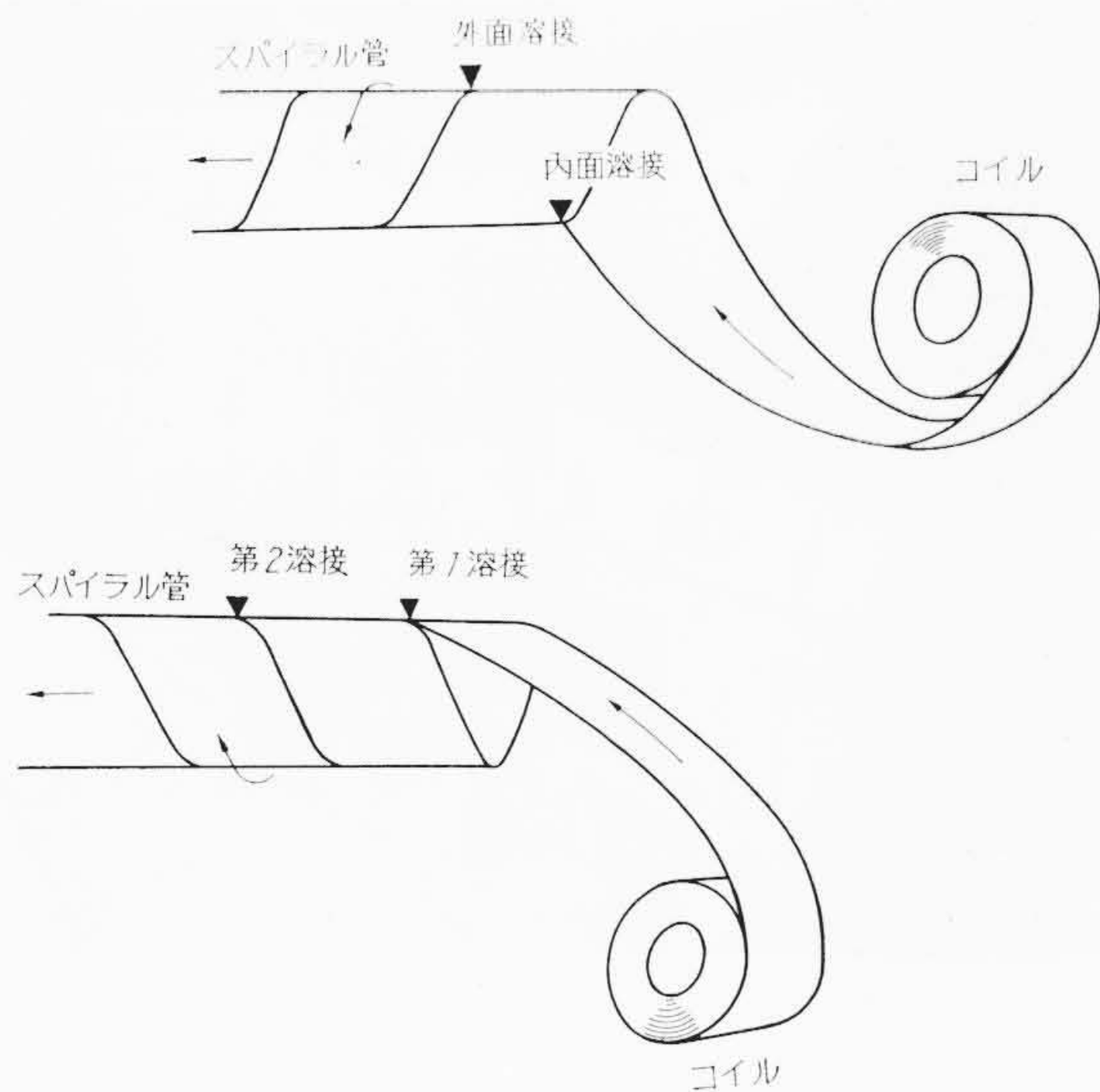
しかし，このU-Oプレスによる成形は膨大な設備費を要するとともに，型替に時間を要するため，多品種少量の要求に対しては難点がある。したがって将来大径管の需要がまとまるようになれば，その特長を発揮すると予想されるが，現在の市況では単一品種の需要をまとめることが困難のため比較的成本高になる傾向がある。

第1表は各製造方式による比較を示す。

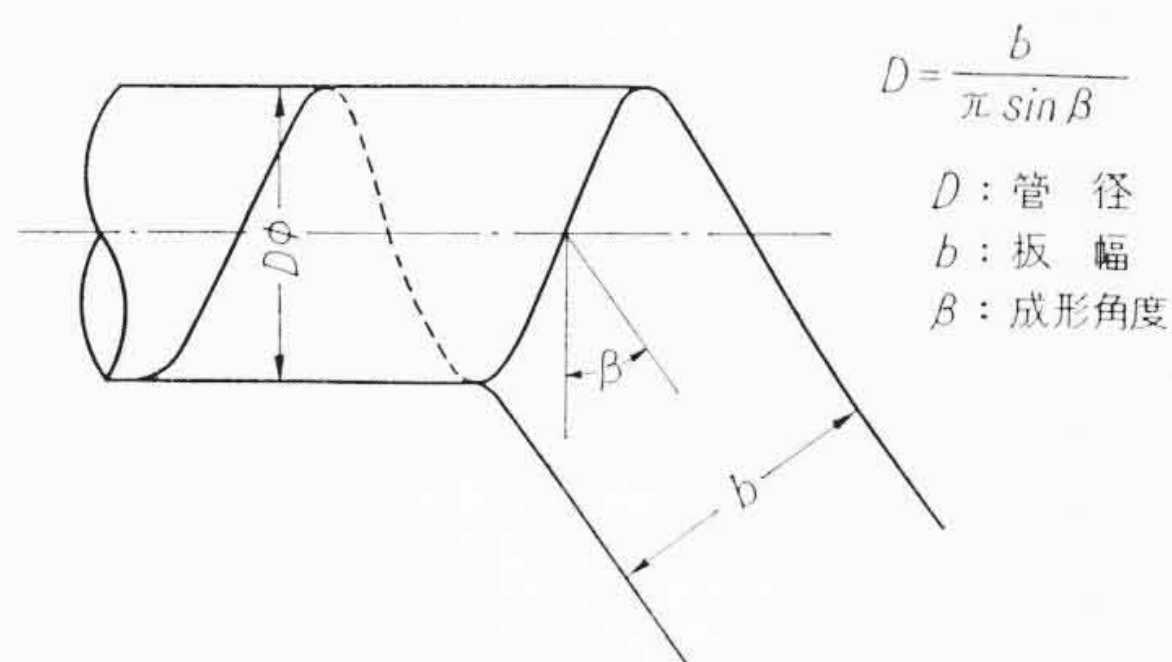
第1表 大径溶接管製造設備の比較表

形 式	スパイラル方式	U-O プレス方式	ベンディングローラ方式
製品外径	300~1,600mm	400~1,000mm	max 1,500 mm 程度
製品厚み	max 12.7 mm	max 12.7 mm	max 12.7 mm
使用材料	ホットコイル	鋼 板	鋼 板
溶接方法	自動アークタンデム 内外面溶接	自動アークタンデム 内外面溶接	手動または自動アーク 外面溶接
溶接速度 (保証値)	max 2.0 m/min	max 1.9 m/min	max 1.9 m/min
管 長	5.5~16 m	max 12 m	max 6 m 程度
生産能力	約 15,000 t/年	約 100,000 t/年	約 6,000 t/年
成形方式			

* 日立製作所日立工場



第1図 スパイラル管の溶接方式



第2図 スパイラル成形

3. スパイラル溶接鋼管製造設備

3.1 スパイラル製管機の諸形式と概要

ストリップをスパイラル状に成形し、継ぎ目を溶接して製管する方法は古くから着目されていたが、適当な成形と溶接方法がないため発達しなかった。その後大径鋼管の需要の増大により近年欧米にて工業化され、ここ数年の間に急速に発展してきたものである。

アメリカではアームコが有名で、国内でも数基稼動中である。この方式は管の外面より2層の潜弧溶接を行なうもので、特長としては比較的小径管まで製管できることである。

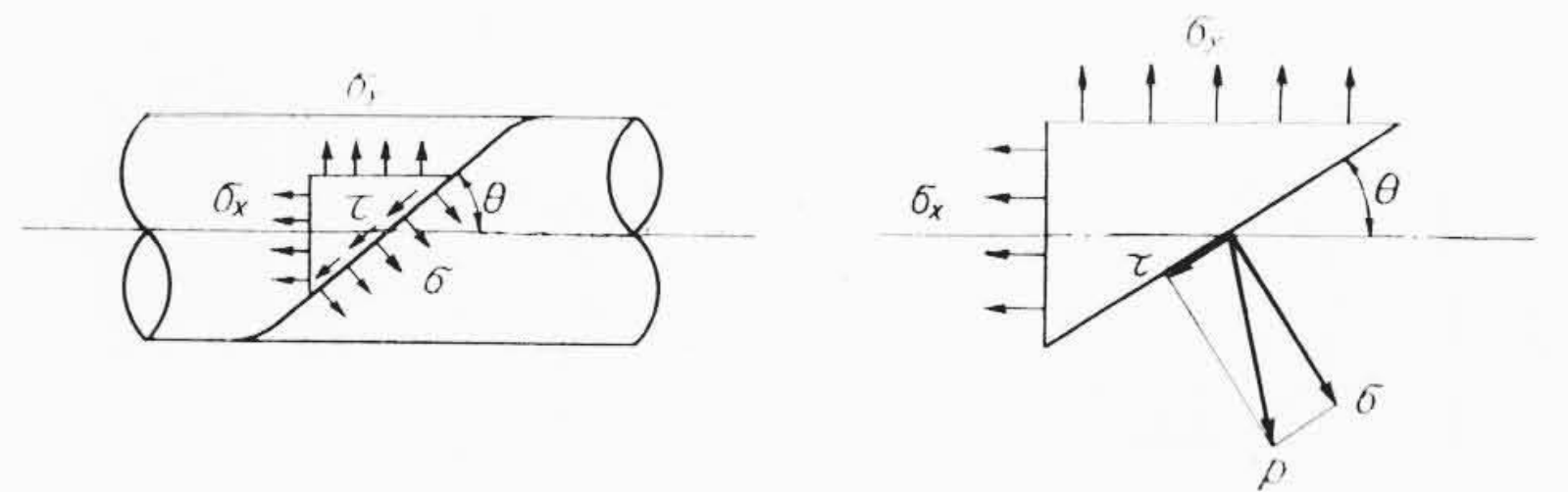
欧州では西独のヘッシュ、キユッケンス、ベルギーのスピラリー、スイスのドリナム、イギリスのヘリウエルドなど各種の製管方式が出現したが、このいずれもが管の内外面から溶接を行なうことを特長としている。このようにスパイラル溶接管の大部分が管の内外面より溶接しているので最初の溶接で発生した熱影響はその後に行なわれる溶接熱によって熱処理される状態となり、溶接部の残留応力が少なくなる。

外面溶接だけのものも外側から2層溶接を行なっているのではほとんど同じ効果が期待できる。

直線溶接管では管径に応じた板幅をもつ鋼板を使用する必要があるが、スパイラル溶接管では板幅が同一でも成形角度の変換により管径を容易に変えることができ、コイルをつなぎながら使用するため製管長さに制限がなく任意の長さのものが製管できる。

第1図は溶接の方式を略示したもので、第2図は板幅および成形角度と管径との関係を示す。板幅は広いほど有利であるが製管機の成形や内面の潜弧溶接が困難となるので、普通管径の2倍程度の板幅から最大は1,800 mm程度である。

したがって直線溶接管に比較して溶接長さが長くなる傾向にある



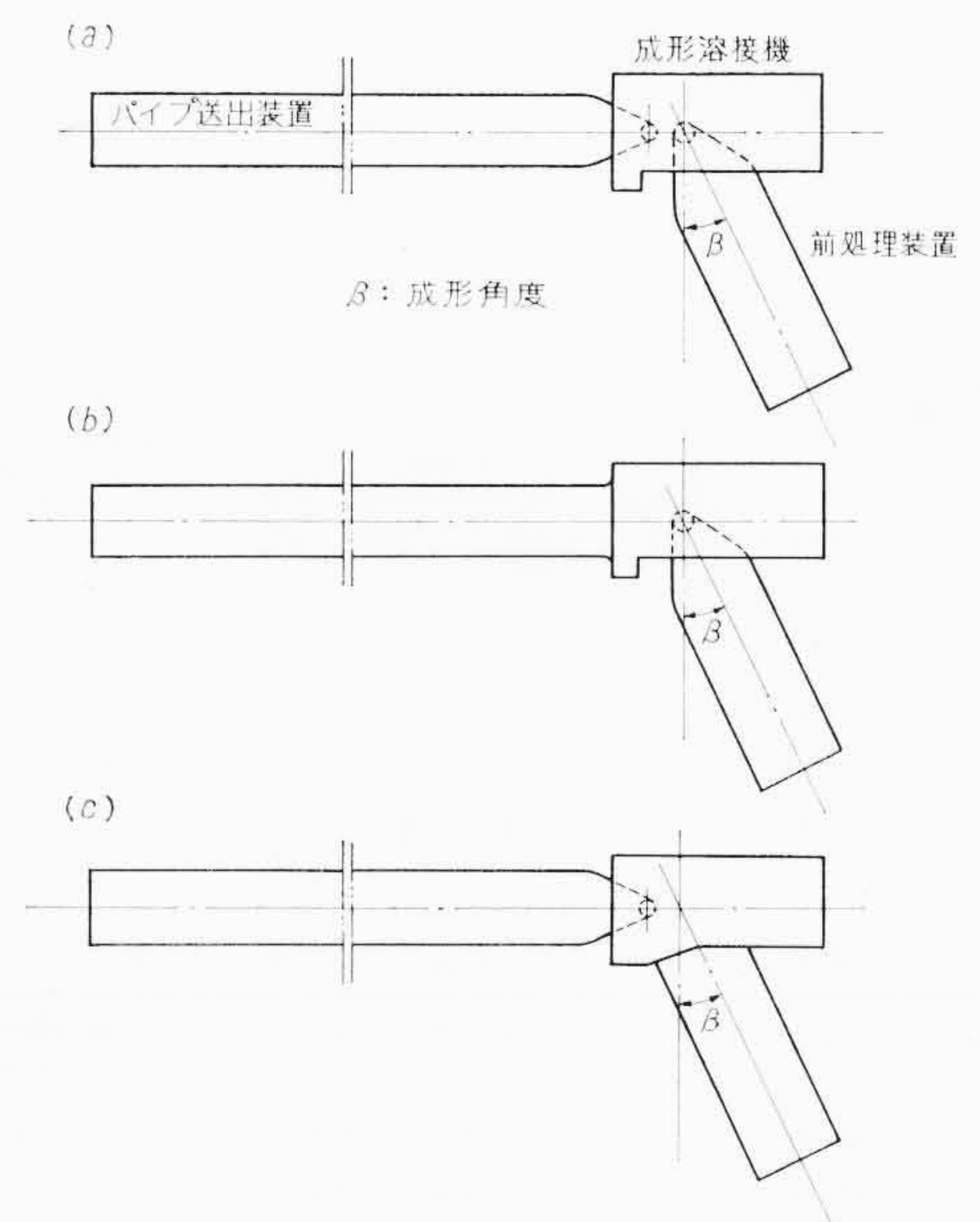
$$\begin{aligned}\sigma &= \sigma_x \sin^2 \theta + \sigma_y \cos^2 \theta \\ \tau &= (\sigma_y - \sigma_x) \sin \theta \cos \theta \\ p &= \sqrt{\sigma_x^2 + \tau^2} \\ &= \sqrt{\sigma_x^2 \sin^2 \theta + \sigma_y^2 \cos^2 \theta} \\ \sigma_x &= \frac{1}{2} \sigma_y \\ p &= \sigma_y \sqrt{\frac{1}{4} \sin^2 \theta + \cos^2 \theta}\end{aligned}$$

例 $\theta = 40^\circ$ のとき $p = 0.83 \sigma_y$ となる。

σ_x : 内圧を受けた場合生ずる軸方向の応力

σ_y : 内圧を受けた場合生ずる円周方向の応力

第3図 成形角度と応力との関係



第4図 成形角度調整方式

が、継ぎ目がスパイラル状になっているので第3図のように溶接部に働く応力の方向が有利となり、特に内圧に対しては直線溶接管に比較して耐圧力を10~20%向上できる。

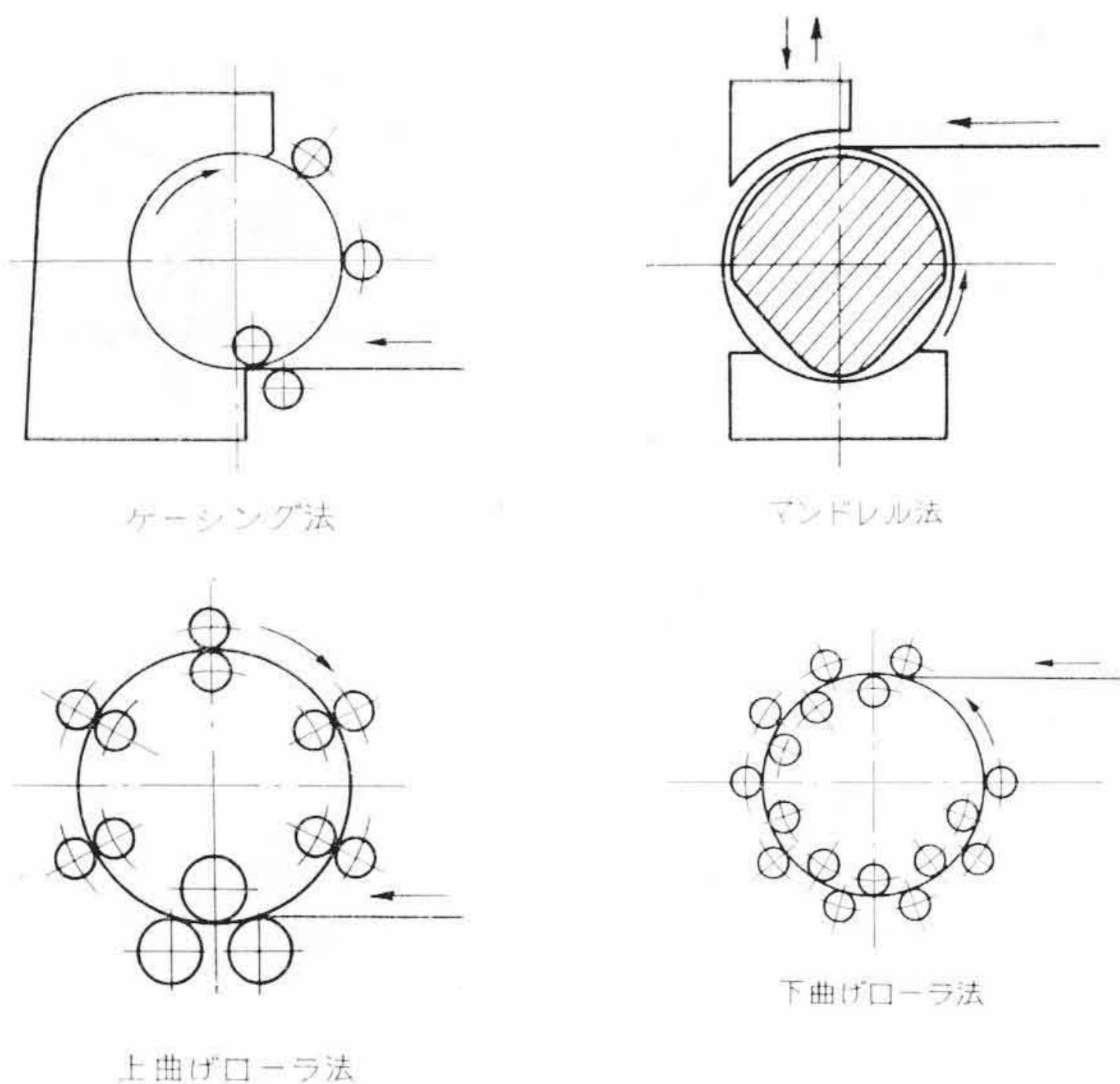
材料としてはほとんど熱間圧延されたコイルを使用するので鋼板を使用するものより材料費が安価となる。しかし板幅の変動とコイルのキャンパーがあれば、歩どまりに影響するので、その差は若干圧縮される。

スパイラル製管機の構造を大別すれば、コイルを巻き戻して矯正・切断する前処理装置と成形溶接機および定寸切断を含む送出装置からなり、第4図(a)のように前処理装置の角度調整により成形角度を選定し、送出装置の角度調整により溶接部のギャップをコントロールするもの、(b)のように前処理装置のみで角度調整するもの、(c)のように送出装置のみで角度調整するものがあり、いずれも全体の機器がすべて連結されて一体となって作動するものである。

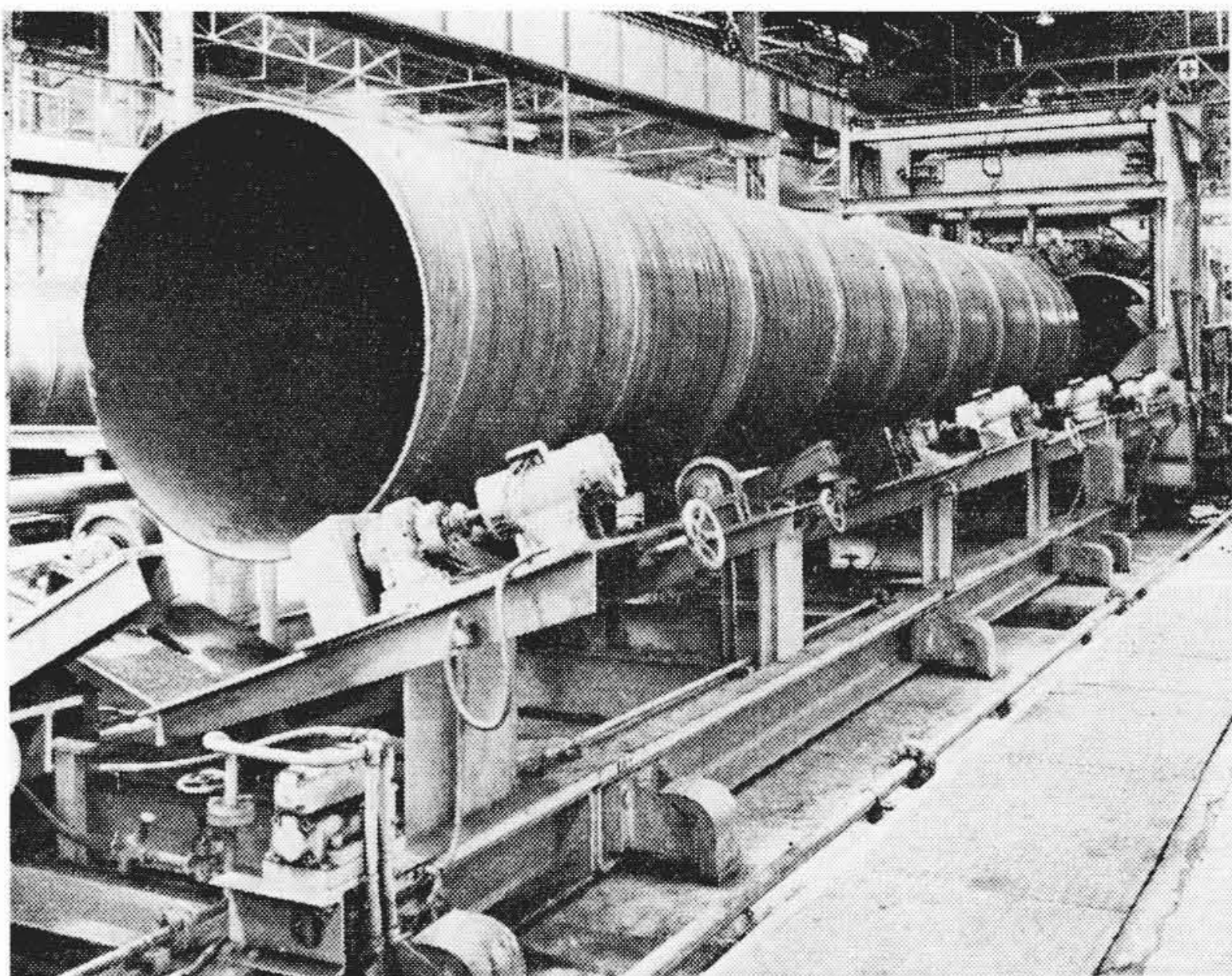
スパイラル状に成形する方式については、いろいろな方法があるが、大別すれば、ケーシング法・ベンディングローラ法・マンドレル法の3種類があり、いずれも材料は外力により成形部に押し込まれて成形される。第5図は代表的な成形方式を示すもので、第2表は国内におけるスパイラル製管機の設置状況を示す。

3.2 設備の概要

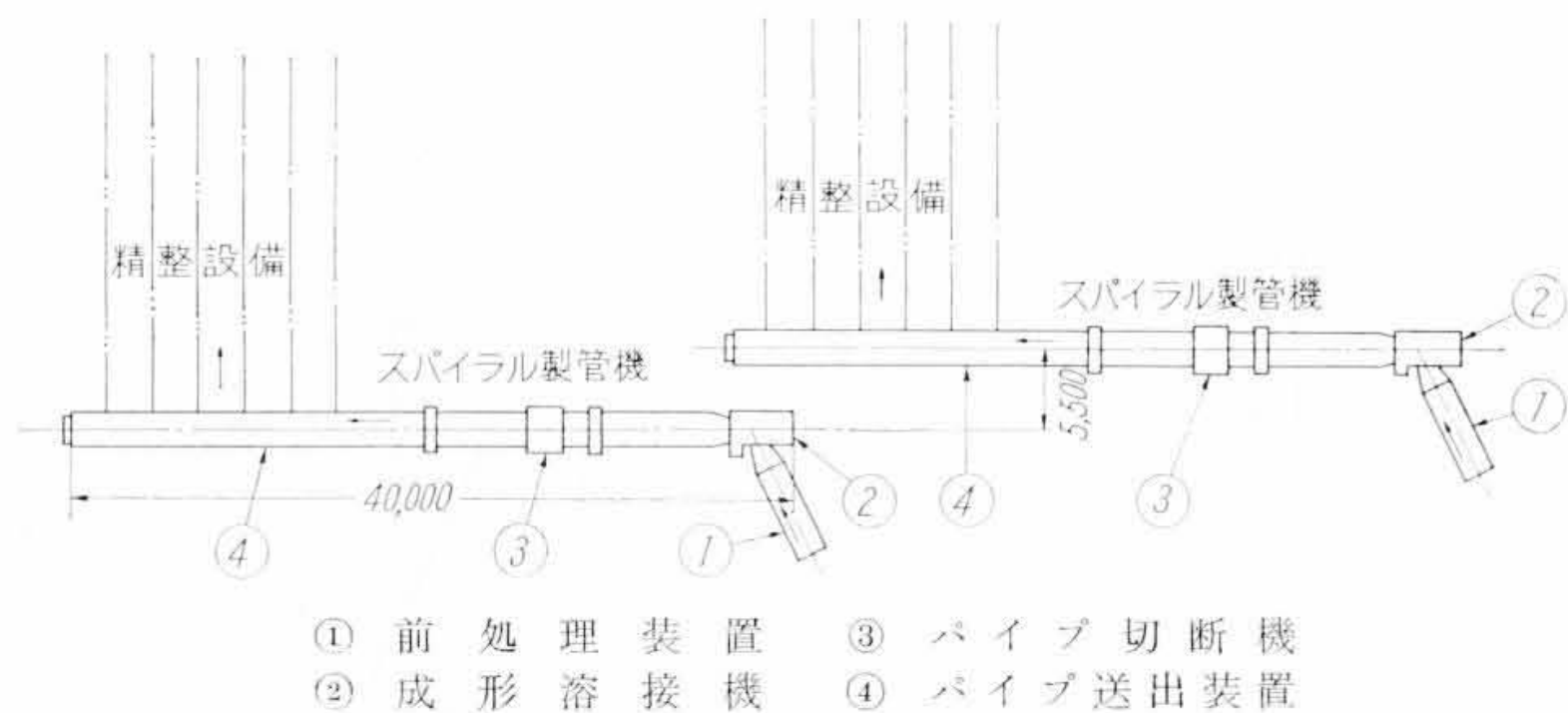
今回八幡鋼管株式会社に納入したスパイラル溶接鋼管製造設備は



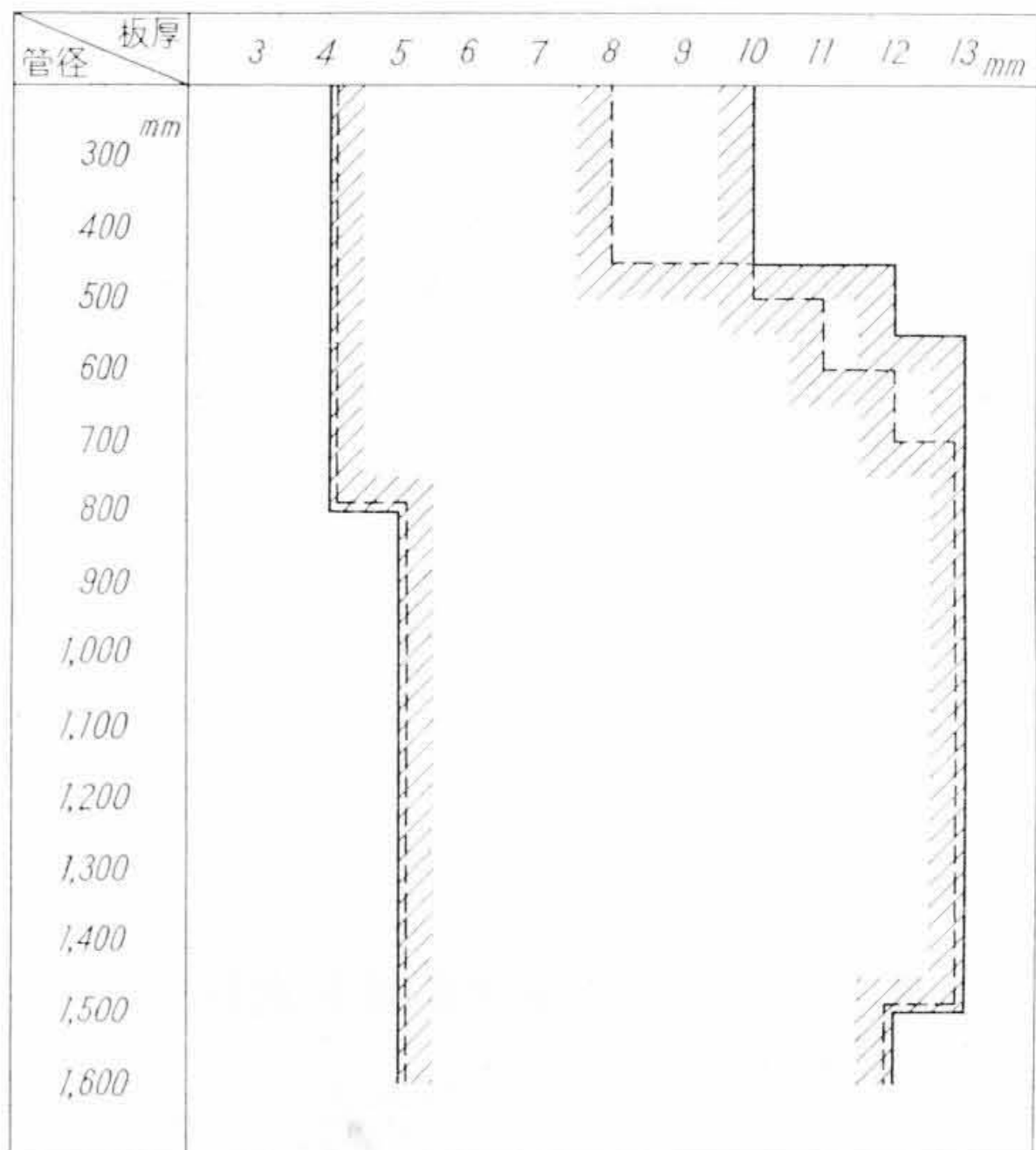
第 5 図 スパイラル成形方式



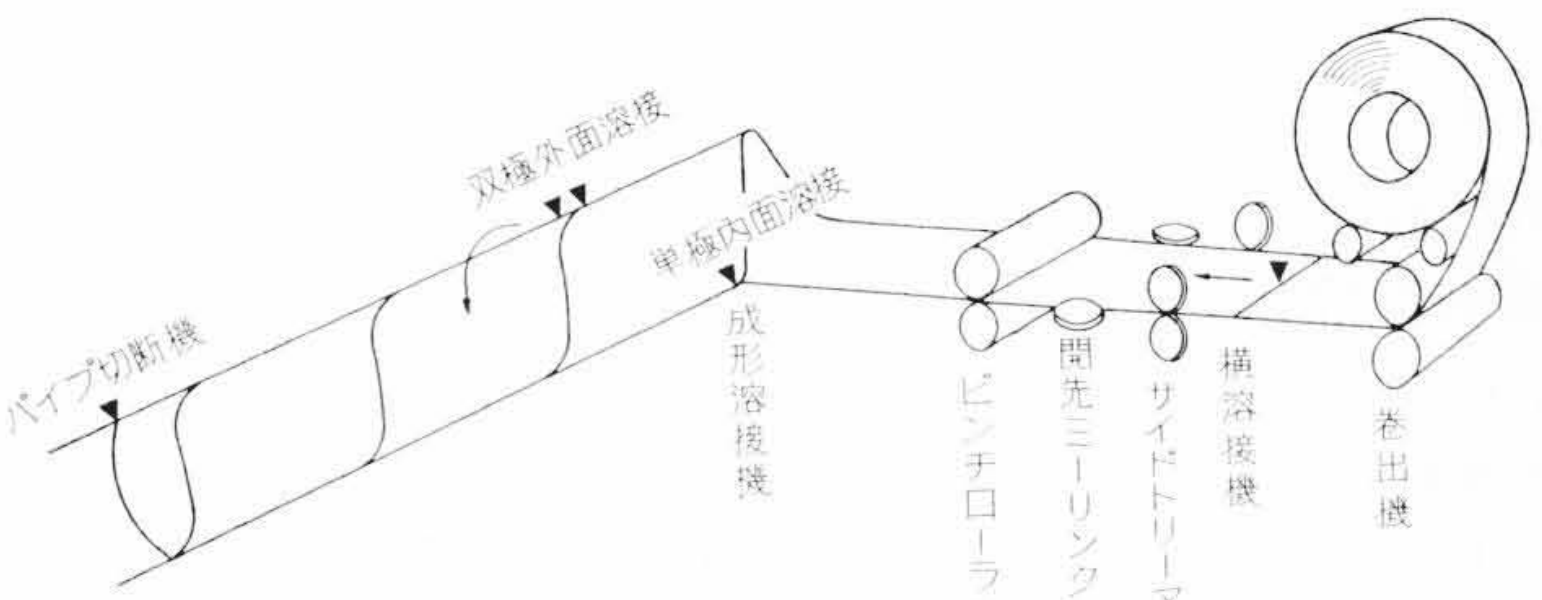
第 7 図 スパイラル製管設備



第 6 図 全 体 配 置 図



第 8 図 スパイラル製管機能力図



第 9 図 スパイラル製管機

キョッケンス形式で、前処理装置の角度調整により成形角度を選定し、送出装置の角度調整により溶接部のギャップをコントロールしている。溶接は最初内面より単極溶接を行ない、180 度回転した後外面より双極溶接を行なうもので、概略仕様は次のとおりである。

材 費	SS 41 または WEL-TEN
板 厚	3～12.7 mm
板 幅	500～1,450 mm
コイル重量	3.5～20 t
パイプ内径	300～1,600 mm
パイプ長さ	6,000～16,000 mm
溶 接 速 度	1～3 m/min
溶 接 機	潜弧溶接
内 面 溶 接	直流単極 1,200 A
外 面 溶 接	交流双極 1,200 A

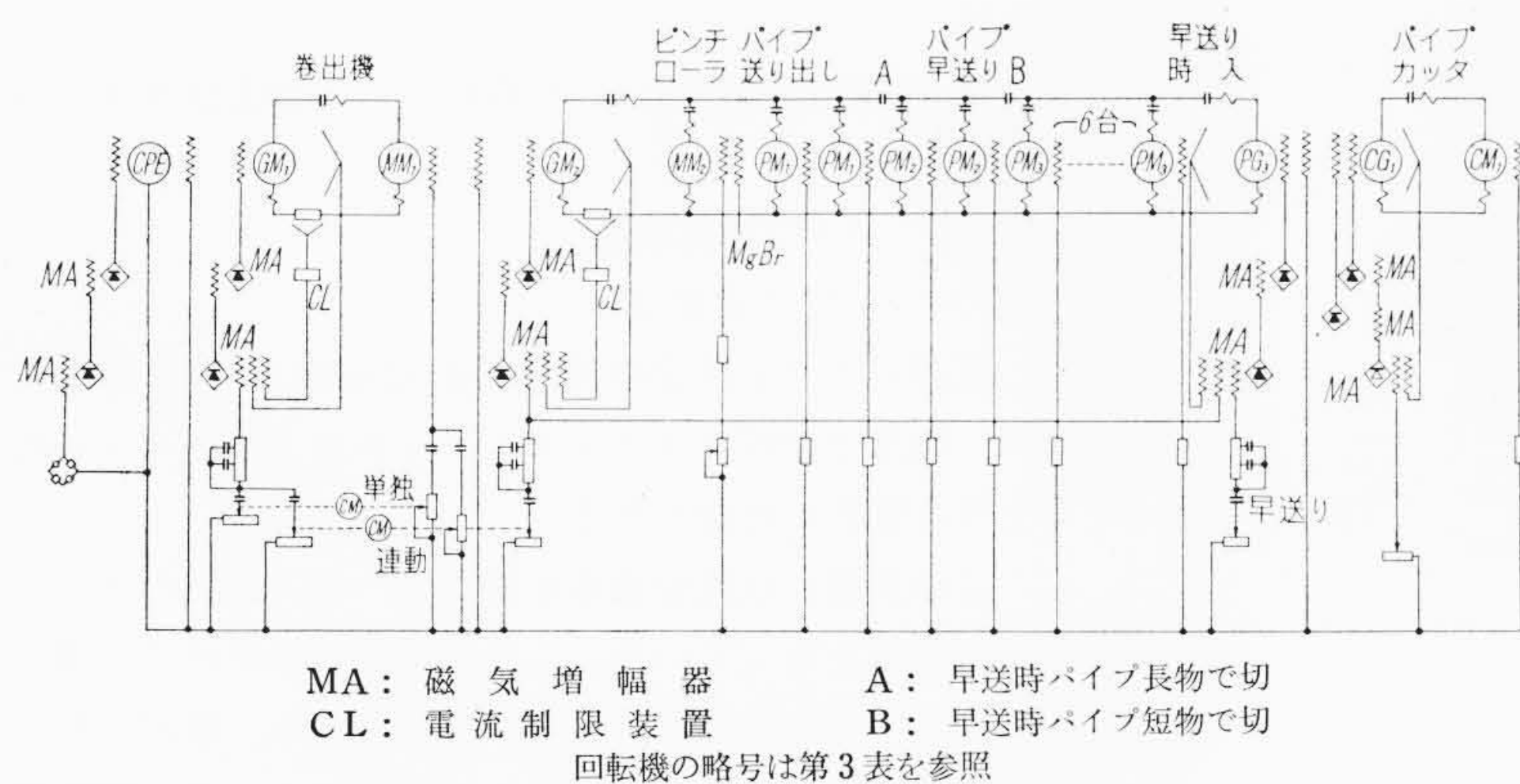
第 6 図は本設備の配置を、第 7 図は設備を、第 8 図は各条件に対する造管能力の範囲を示す。

第 9 図に示すように前処理装置は熱間圧延されたコイルを巻出機により巻き戻しながら矯正する。つぎにサイド・トリマーにて両耳をトリミングした後、開先ミーリングにより厚板などは開先をと

り成形溶接機に送り込むもので、コイルが巻き戻し終われば横溶接機にてコイルの後端を切断した後、つぎのコイルに突き合わせ溶接する。

成形溶接機はベンデングローラ式で、ストリップを斜め方向に送り込むため、角度を調整できるローラ群を上 1 列、下 2 列に配置したもので、管径は成形角度および圧下量を調整することにより任意に選定できる。成形された管は内外面より保持された状態で内面単極、外面双極溶接される。したがって管は同一曲率で連続的に成形されるとともに、溶接線がスパイラル状になるので溶接の熱影響の少ない精度のよい管ができる。

潜弧溶接では継ぎ目の突き合わせ間隔が大きくなると溶融金属が流出し、押え付け勝手になるとオフセットの原因となるので、送出



第10図 直流機結線図

第3表 直流電動機一覽表

	員数	形式	容量(kV)	電圧(V)	回転数(rpm)	用途	略号(10図)
電動機	1	EFUCO-SP	25	220	1,800	巻出機用	MM ₁
	1	EFUCO-SP	25	110	1,800	ピンチローラ用	MM ₂
	2	EFUCO-SP	0.2	110	900	パイプ送出用	PM ₁
	8	EFUCO-SP	0.4	220	1,800	パイプ早送用	PM ₂ PM ₃
	1	EFUCO-SP	0.75	110	1,800	パイプカッター用	GM ₁
発電機	1	FCO-SP	7.5	110	1,800	定電圧電源用	CPE
	1	FCO-SP	30	220	1,800	巻出機電源用	GM ₁
	1	FCO-SP	30	110	1,800	ピンチローラ電源用	GM ₂
	1	FCO-SP	5	220	1,800	パイプ早送電源用	PG ₃
	1	FCO-SP	1	110	1,800	パイプカッター電源用	CG ₁

装置は成形溶接機を支点に微小な角度調整ができる構造とし、継ぎ目の突き合わせ間隔を検出して自動的にギャップをコントロールしている。

連続的に送り出されるスパイラル鋼管は門形のパイプホルダにて支持され、ガス切断機により定寸に走間切断される。切断されたものは早送り機構により送られ、つぎの工程となる端面加工のラインに転出される。

第10図は本設備の電動設備結線図を示しており、巻出機およびパイプカッターはそれぞれ専用の発電機によりワードレオナード駆動され、ピンチローラ、パイプ送出ローラ群は共通の発電機より、またパイプ早送りローラ群専用の発電機よりワードレオナード駆動され磁気増幅器付により揃速制御を行なっている。

第3表はそれらの回転機の仕様を示している。

3.3 設備の詳細

3.3.1 前処理装置

本装置は巻出機、横溶接機、サイドトリーマ、開先ミールング、ピンチローラからなり、成形溶接機を支点として全体を成形角度に応じて任意に角度が調整できる。

(1) 巻出機およびピンチローラ

本装置の特色は巻出機と成形部の間にピンチローラを設けたことである。ストリップの後端近くではピンチローラのみで成形を続け、その間に次のコイルを巻出機にそう入して巻き戻しを行なう。このためコイル継ぎに要する時間は従来行なわれている方法に比較し、約半分に短縮されている。

ピンチローラには直流電動機を使用し、ワードレオナード方式で速度を制御しているので、すぐれた制御性能をもっている。巻出機およびピンチローラは連動運転または単独運転が可能であり、単独運転時には巻出機は最高3 m/minの早送り速度によりコイル継ぎ時間を短縮している。

パイプ成形作業時は巻出機およびピンチローラは連動運転を行ない、両者に速度差を生じないようスピードマッチングさせ、ストリップの波打ち、負荷分担の不均衡を防いでいる。

巻出機は下ローラを、ピンチローラは上ローラを油圧によって加圧しているが、ストリップの蛇(だ)行が起こらないようにローラ両端にかかる圧力を調整できるようにしてある。

入口側に設けたガイドはコイルの曲率に近似した巻き戻しの曲率を描かせることにより厚板の腰折れを防いでいる。

出口側の矯正部は短冊状に特殊鋼を張りつけた矯正板を上下に設け、板厚に若干の余裕をつけた状態でセットし、その間を通板して矯正を行なうもので、ローラ式矯正に比較し、半分以上に小形化されている。

(2) ガス切断機および横溶接機

本装置は次のコイル先端を切断するガス切断機と、コイル後端を切断したあと溶接してビード取りを行なう横溶接機から構成されており、切断・溶接・ビード取りが同一線上に配置されているため、コイルの継ぎに要する時間が短縮されるとともに、小形にまとめられている。なおそれぞれの送り速度はクラッチ切換による変速と、サイラトロンによる電圧制御により広範囲な速度を選択できる機構である。

溶接電源としてはコイル継ぎがラインの停止間に行なわれるため、内面溶接用の直流電源を切り換えて使用している。

(3) サイドトリーマ

ストリップの両耳をトリミングするとともにチョップにより両耳くずを短尺に切断するものである。

サイドトリーマは従来カッター駆動による引き切りとしていたものを押込み切りとしたため、最大板厚12.7 mmに対してカッター径400 mmが採用でき、トリーマ全体が小形化されている。

(4) 開先ミールング

水道管などでは内面ビードが大きくなれば流体の抵抗が大きくなる。また寒冷地に使用する高圧管などではビード形状によりノッチ現象が生じやすい。これを防ぐ目的で内面の開先をとるものである。

本機の特色はコイルのキャンバや蛇行が生じて、それに追従して作動するサーボ機構を採用しているので必要な一定量の開先加工ができるとともにカッターの取り替えが容易な構造である。

3.3.2 成形溶接機

(1) 成形機

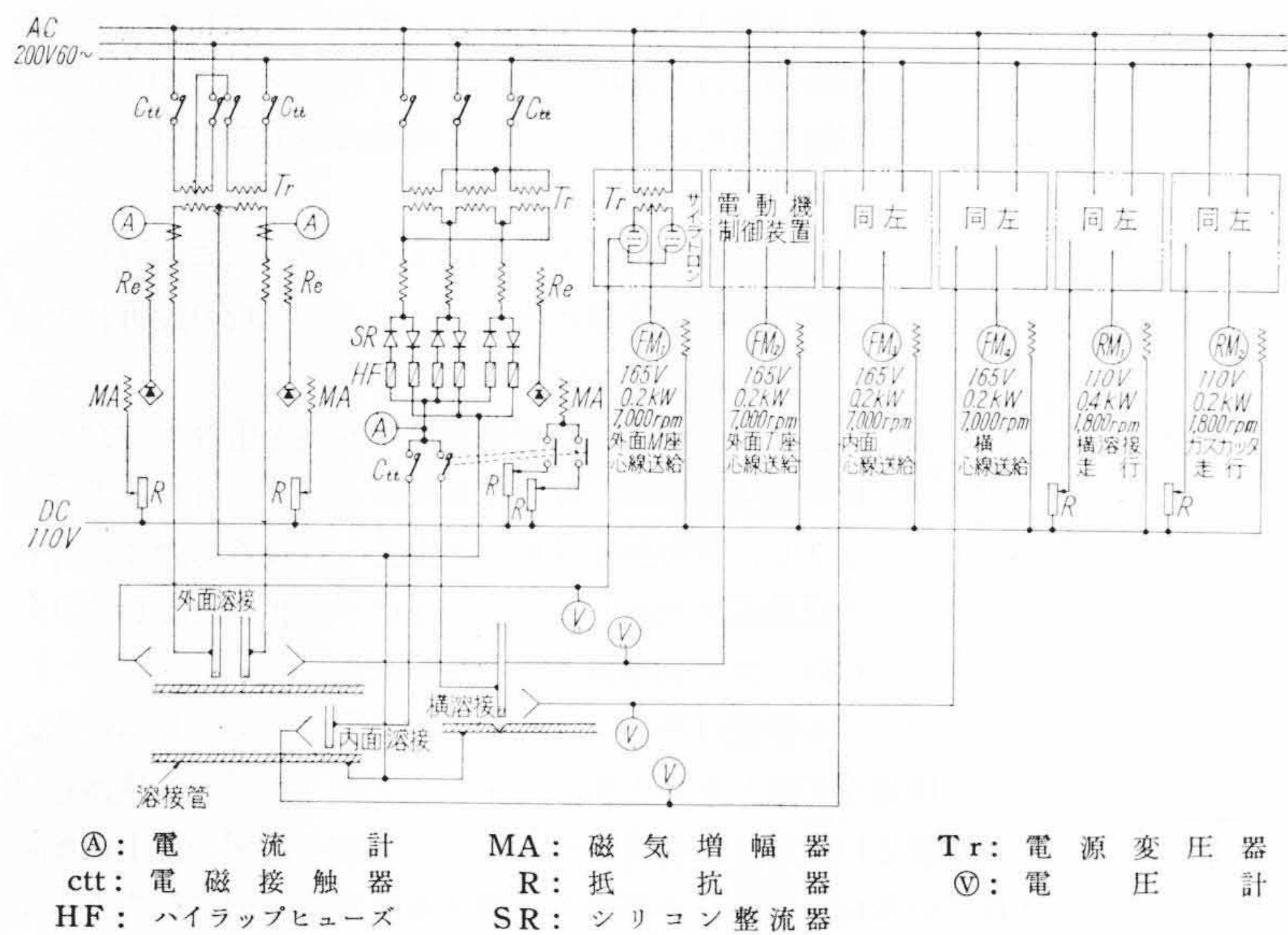
ベンデングローラは多数の小径ローラをくし形に並べたローラ群を、上1列、下2列に配置したもので、管径・板幅により変化する成形角度に応じてローラ角度を容易に調整できるものである。また下ローラは中心距離および高さ調整を容易に行なうことができ、上ローラは電動圧下方式により圧下量を微少に調整できるので、成形時のオフセット量を最小にするとともに管径に応じて最適の条件を選定できる。

(2) 内外面溶接機

スパイラル状に成形すると同時に溶接を行なうもので、内面に単極潜弧溶接機を、外面に双極潜弧溶接機を採用している。第4表は電源定格を第11図は溶接機の結線図を示す。

溶接機は全設備の造管能力および成品の品質を左右するものであり、高速溶接を行ないかつ良好なビードをうるため、内面溶接電源は直流とし、外面溶接電源は2相交流とし、十分な溶接能力をもたせている。使用心線は3~5φmmであるが、溶接ヘッドに付属するワイヤリールは150ポンドのものを装荷でき心線の取り替えひん度を減らして稼働率の向上がはかられている。

交流溶接電源は可飽和リアクトルにより垂下特性をもっており、可動部分がないので保守点検が容易で、寿命も半永久的であ



第 11 図 溶 接 機 結 線 図

第 4 表 溶 接 電 源 定 格

		交流溶接電源	直流溶接電源
1 次 電 圧		200V 60~	200V 60~
1 次 入 力		235 kVA	115 kVA
無 負 荷 電 圧		90V	90V
定 格 電 圧		45V	45V
定 格 電 流		1,200×2A	1,200A
電 流 調 整 範 囲		250~1,200A	250~1,200A
定 格 使 用 率		cont	cont
電 流 調 整		可飽和リアクトル	可飽和リアクトル
整 流 素 子		—	シリコン整流器
整 流 方 式		—	グレッツ結線
結 線 方 式		T 結 線 2 相	3 相 結 線

る。直流溶接電源は交流電源と同様にリアクタによって垂下特性をもたせ、シリコン整流器で整流し直流出力としている。シリコン整流器は高温で使用でき、かつ小形軽量であるから装置全体をコンパクトにまとめることができる。正方向電圧降下がわずかであるので能率はよく、ハーメチックシールによってジャンクション部は外気から保護された構造となっている。

またシリコン整流器回路にはサージアブソーバ、アレスタを併用することにより信頼性を増すと同時にエレメントの故障を検出する装置が付加してあるので保守点検はきわめて容易である。

心線送給電動機はサイラトロンによって駆動され、常にアーク電圧を一定に保つよう速度制御される。外面溶接は双極によって行なわれるが、それぞれの電極に心線送給電動機が付属しているので、電極個々に溶接条件が選定できるとともに、薄板溶接においては単極でも運転できる。

潜弧溶接の起動に際しては一般にスチールウールまたは鉄粉を使用するが、本装置においては高周波起動を行なっている。このため本装置のように多数の電極を同時に溶接開始する場合はきわめて容易に全電極が起動できる。

本装置では被溶接機が移動するので溶接部のギャップを常に適正に保つ必要がある。このため成形されたパイプ端面と押し込まれるストリップ端面を検出して常に一定の範囲内にギャップがあるように、パイプ送出装置全体を油圧にて駆動し、自動的に制御している。このギャップ調整装置は手動で調整することもできる。

成形部に押し込まれる板の変動などにより溶接点の変動する場合があるので、内面溶接機ヘッドは手動で容易に位置を調整でき、外面溶接機は管径、板幅、成形角度などによって溶接ヘッドの位置、高さおよび溶接角度の調整が各電極ごとに行なわれる。

ある。

第 12 図は本装置による溶接ビードおよびマクロ写真を示す。

3.3.3 パイプ送出装置

(1) パイプ切断機

成形パイプを所定の長さに走間切断するものであり、動作はすべてリミットスイッチおよびタイマーにより自動的に行なわれる。

この装置には差動歯車を使用し、第 13 図のような歯車構成となっている。この装置は全体がパイプ進行方向に平行に移動する台車に乗っており、所定の長さに切断するリミットスイッチの作動によって、切断機はパイプにクランプされ、台車はパイプの送り速度で送られる。切断トーチはパイプと同一速度で回転し、予熱を開始する。予熱完了後切断トーチ回転用電動機は駆動され、パイプとトーチに相対速度が生じ切断作業を開始する。切断完了後はクランプがはずれ台車は電動機により逆送され運転開始前の位置に復帰する。

一方切断トーチは逆転を続け、クランプ前の位置まで復帰する。

切断速度はトーチ駆動用電動機の手動速度制御により調整され、切断時間はタイマーにより調整される。

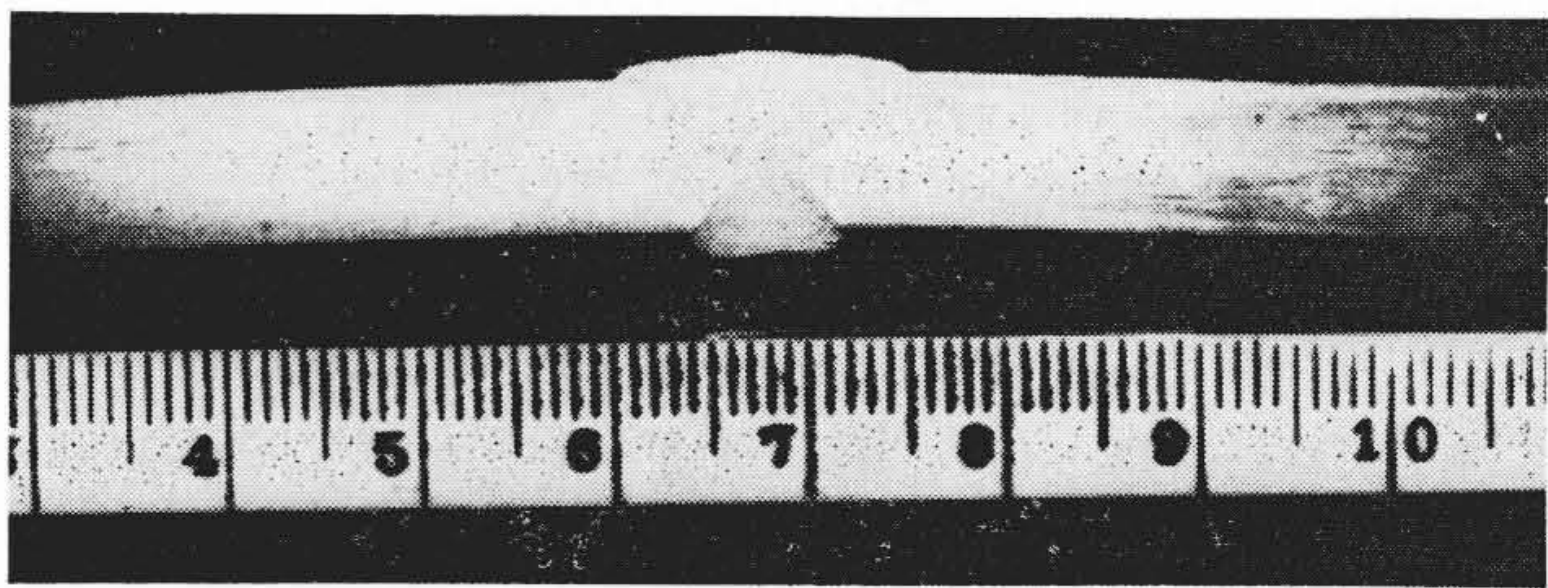
(2) パイプ送出装置

成形溶接されたパイプはゲートホルダにより、保持されてスパイラル状に転送される。

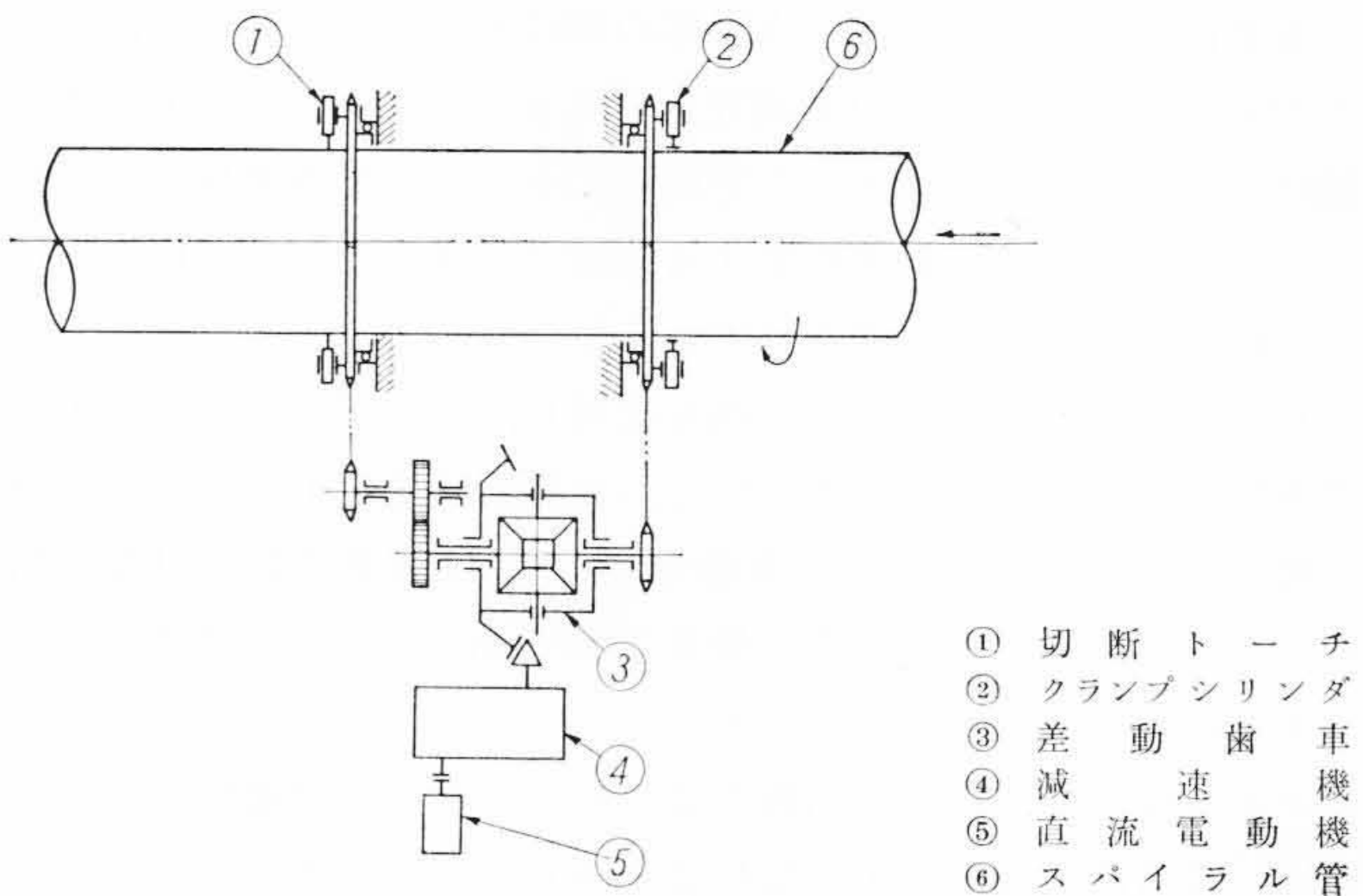
パイプ切断機にて切断されたパイプは切断完了の信号によってパイプの送りより早い速度で送られ、後端部に設けたリミットスイッチの作動により、端面加工機のライン上へ油圧によって転出される。

3.3.4 各種インタロックおよび保護装置

上述したおのおのにはそれぞれインターロック回路が付加されている。パイプ成形運転開始に関する各種補機の運転確認のためのインタロック、溶接開始を確認しパイプ成形運転指示を与えるインタロック、機器の故障を検出し、ライン全体の停止、または



第 12 図 内外面溶接によるビードマクロ写真



第 13 図 パイプ切断機機能図

部分の停止指令をあたえる保護装置などが設けてある。これらインタロックには十分な注意をはらい、保守点検・操作とも容易であるように考慮されている。

3.4 設 備 の 特 長

- (1) スパイラル状に成形した管を内面および外面より溶接するため一般の溶接管に比較して溶接部に働く応力の方向が有利となり、管の耐圧力を10~20%向上できる。
- (2) 溶接線がスパイラル状になるので溶接の熱収縮によって管が曲がることなく真直度の良好なものが製管できる。
- (3) 大径コイルを継ぎ合わせて連続的に供給するとともに、同一曲率で連続的に成形されるので真円度の良好な管が量産でき、製管後水圧拡張機などで矯正する必要がない。
- (4) 管の内外より溶接しているため、内面の溶接で発生した熱影響はその後行なう外面双極溶接によって熱処理される状態となるので、溶接部の残留応力が少ないものが製造できる。
- (5) 板幅が同一でも成形角度の調整により管径を容易に変えることができる。
- (6) コイルを使用して連続的に材料を供給しているため、長さに制限なく任意に長さを選択できる。ただし、輸送の関係で最長は17 m程度である。
- (7) 溶接部の間隔を検出し、自動的に送出装置の角度を微少調整できるギャップコントロールがあるため、安定した溶接ビードが得られ、高速溶接が可能である。
- (8) コイル径が大きく、ワイヤリールに大形を使用し、コイル継ぎ時間が短く、型替が容易であるため段取り時間が短く、稼働率が高い。
- (9) 成形ロールの圧下調整は電動式のため、パイプ径の決定が容易である。
- (10) コイルの送出機構に、巻出機とピンチローラを併設してい

るのでコイル厚みに応じて連動または単独の運転ができる。

- (11) 厚板材のパイプ溶接に際しては、溶接部の開先を切削する油圧ならいによる自動開先装置を使用しているため内面ビードの余盛が小さく、水道管、油送管製造に最適な設備である(特許申請中)。
- (12) パイプ切断機はライン速度のいかんにかかわらず、ガスヘッドとパイプ周速の相対速度をガス切断可能速度に合わせるようにした回転式走間ガス切断機の使用により能率よく切断ができる(特許申請中)。

スパイラル製管法は、以上のような特長をもつほかに設備費が比較的安く、機械の設置面積も小さくてすみ、一般に鋼板より安価な熱間圧延のコイルを使用し、製管可能範囲も広いので中規模の量産に適するとともに、単一品種の量産化によっては大量生産も可能である。

4. 結 言

大径溶接鋼管の製造法にはいろいろあるが、そのうちでスパイラル溶接成形法は、歴史的には新しい方法であるが、品質の良い大径溶接鋼管を低コストで量産でき、設備費も比較的安く、製管可能範囲も広く、中規模の量産に適する製管法なので、需要の増大に応じて今後ますます発展することが期待できる。

スパイラル溶接鋼管の今後の設備すう勢としては、基数をふやして、製管範囲を圧縮し、単能化による稼働率の向上と、コイルの大形化、溶接速度の高速化によって生産能率の向上をはかる方向に進むべきであろう。

終わりに本設備の計画より稼働に至るまで、終始一貫してご指導をいただいた八幡鋼管株式会社の関係者各位に対し、深甚なる謝意を表わす次第である。



新 案 の 紹 介



実用新案登録第576657号(実公昭37-10010)

出 射 義 成

ト ラ ン ジ ス タ

一般にトランジスタが小形化されるにつれ、そのリード線の径もきわめて細くなってきた。このようなトランジスタにおいては、製作中、完成後の検査および使用中においてリード線を拡げたり引張ったりする機会がきわめて多くそのためリード線とステムとの溶着部付近において上記リード線が折損しやすいという不都合があった。

この考案は上記欠点を解消するために成されたもので、図示するようにトランジスタ1のステム2とリード線3との溶着部4付近にゴムまたはビニールなどのように絶縁性を有しかつ弾力性を有するリード線保護体5を設けたものである。このようにすればトランジスタなどの半導体装置におけるリード線の折損を防止することができる点実用的価値がある。

(大杉)

