
知多工場鍛接鋼管製造設備の概要

Outline of Continuous Butt Weld Pipe Mill at Chita Works

北尾 篤英(Atsuhide Kitao) 小西 博典(Hirosuke Konishi) 間口 竜郎(Tatsuro Maguchi) 山口 耕司(Kozi Yamaguchi) 馬場 鈞(Hitoshi Baba)

要旨：

川崎製鉄(株)知多工場に建設した連続式鍛接鋼管製造設備は、昭和46年(1971年)1月から操業を開始し、以後順調な生産を続けている。この設備は、26,000t/月の生産能力を有し、15Aから100Aまでの鋼管が製造可能である。本設備を従来のものと比較してその特徴をあげるとつぎのようである。(1)素材から製品倉庫まで連続的に流れるような合理的なレイアウトとした。(2)成形ロール前にガイドローラを設置するとともに、ウェルディングホーンベースを改良し、安定した品質の製品が得られるようにした。(3)めっき設備のラインを完全自動化した。

Synopsis：

In January 1971, a new continuous butt weld pipe mill started production at Chita Works of Kawasaki Steel Corporation. The mill has a capacity of 26,000t per month and a size range from 1/2 to 4 inches of outside diameter. Some of new features of the mill are as follows. (1) Pipes are handled by conveyors all the way from the CBW mill to the warehouse, except threading and galvanizing. (2) A guide roller and a new welding horn device are set to achieve better quality. (3) A full-automatization of galvanizing line.

(c)JFE Steel Corporation, 2003

本文は次のページから閲覧できます。

知多工場鍛接鋼管製造設備の概要

Outline of Continuous Butt Weld Pipe Mill at Chita Works

北尾篤英*

Atsuhide Kitao

小西博典**

Hirosuke Konishi

間口竜郎***

Tatsuro Maguchi

山口耕司****

Kozi Yamaguchi

馬場釣*****

Hitoshi Baba

Synopsis:

In January 1971, a new continuous butt weld pipe mill started production at Chita Works of Kawasaki Steel Corporation.

The mill has a capacity of 26,000 t per month and a size range from 1/2 to 4 inches of outside diameter. Some of new features of the mill are as follows.

- (1) Pipes are handled by conveyors all the way from the CBW mill to the warehouse, except threading and galvanizing.
- (2) A guide roller and a new welding horn device are set to achieve better quality.
- (3) A full-automatization of galvanizing line.

1. ま え が き

鋼管製造設備を知多工場に集中するという方針にもとづき、当工場では、あらゆる用途にこたえる鋼管製造設備を着々と整えつつある。昭和36年、39年に、それぞれ大径のスパイラル鋼管工場、中径電縫鋼管工場が操業を開始して順調に稼働しているが、昭和45年6月にはマンドレルタイプの小径継目無鋼管工場の操業開始に引き続き、鍛接鋼管工場が昭和46年1月より操業運転に入っ

ている。その後、小径厚肉電縫鋼管工場も昭和47年2月より操業を開始している。このように鋼管用途の多角化に応じるため、今後も種々の鋼管製造設備の建設が計画されている。

このたび完成して、順調に推移している鍛接鋼管工場の設備は、生産性向上によるコストダウンと、品質向上をめざした最新鋭機である。とくにレイアウトに工夫をこらし、素材から製品に至るまで一貫して連続ライン化し、さらに製品倉庫も併設して製品を自動的に入庫させるようにした。また亜鉛めっき設備も同一建家内に配して工程の

* 知多工場造管部第3鋼管課課長
 *** 知多工場造管部第3鋼管課掛長
 ***** 知多工場管理部検査課掛長

** 千葉製鉄所造管建設班掛長
 **** 知多工場造管部第3鋼管課

合理化を計った。以下に鍛接鋼管製造設備の概要とその特徴を紹介して参考に供したい。

2. 製造工程およびレイアウト

鍛接鋼管の製造工程は図1に示す。

また工場レイアウトは図2に示すとおりであり、その特徴を列記するとつぎのようになる。

- (1) スリッターをミルエントリーと同一ヤードに設置し、材料の搬送を容易にした。
- (2) 造管・精整能力のバランスのため、精整ラインは2系列とした。そしてその2系列を並列にならべ管の流れを同一にし、しかも各設備をコンペアーで接続し、効率の良いレイアウトとした。
- (3) 自動結束装置を導入し、それを製品ヤード(倉庫)と直結して省力化を計った。
- (4) メッキヤードを精整ヤードと隣接させ、メッキ用原管の搬送を容易にした。
- (5) ネジ付管のほとんどがメッキ管(白管)であるため、ネジ切り機を白管の製造工程の流れの中へ入れ、効率化を計った。

3. 設備仕様および概要

本工場の製造設備能力の概要を表1に示す。また主要設備の仕様、能力を表2～7に示す。以下

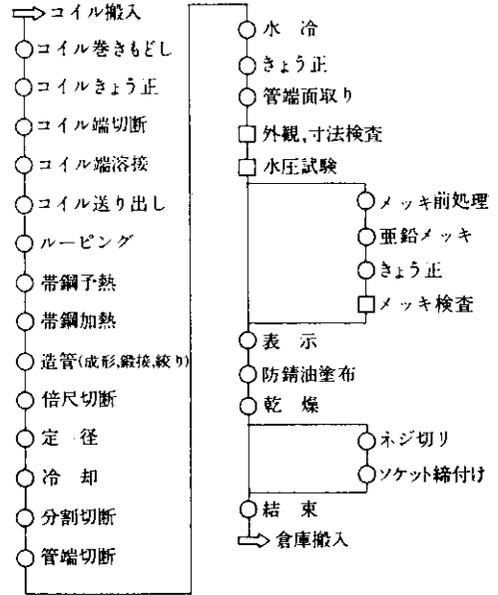


図1 鍛接鋼管製造工程

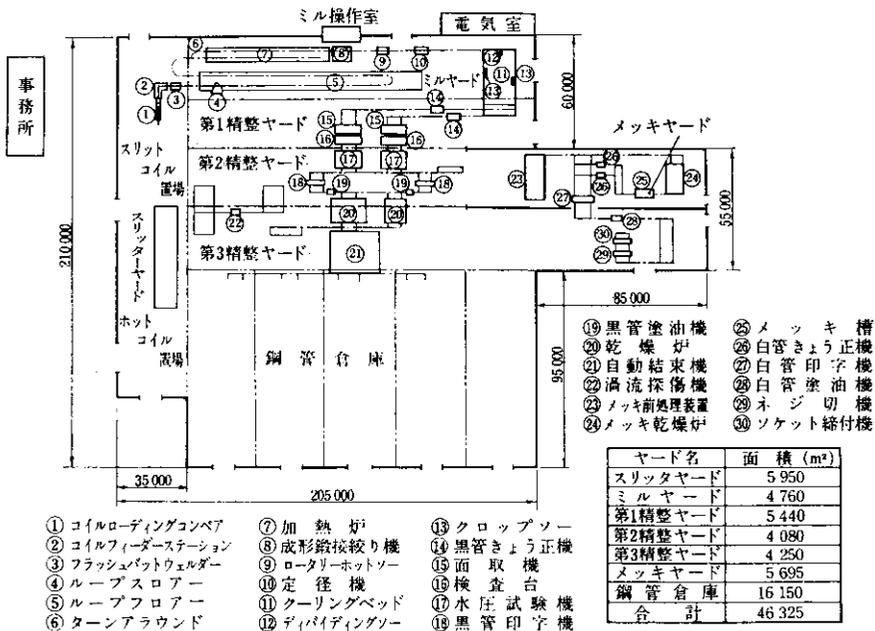


図2 工場レイアウト

表1 製造設備能力

製造可能パイプ寸法	外径 肉厚 長さ	21.7~114.3mm 1.8~ 8.6mm 4~ 8m (将来13m)
造管速度	最高	457m/min
生産能力	造管 メッキ	26,000t/m (3シフト) 7,900t/m (3シフト)

表2 ミルエントリー設備仕様および能力

工程名	設備名(製作会社)	型式, 公称能力, 仕様	台数
コイル搬入	コイルローディングコンベア(住重)	パレット型 長さ; 12m, 最大コイル重量; 13 t	1台
	コイルフィーダーステーション(住重)	ホールドダウンクランプ付	1台
	コイルカー(住重)	台車移動式	1台
コイル 巻きもどし	アンコイラー(住重)	マンドレル式 マンドレル径; 762mm ϕ , ストローク; 1,067mm マンドレルモーター; DC 30kW	1台
コイルきょう正	レベラー(住重)	9ロール式(上4個, 下5個) ロール径; 133.25mm ϕ , 間隔; 136.55mm 駆動モーター; DC 83kW	1台
コイル端切断	アップカットシャー(住重)	ダブルナイフ式(上1枚, 下2枚) 油圧駆動	1台
コイル端溶接	フラッシュバットウェルダ (大阪電気)	ビードトリマー付 トランス容量; 650kVA 加圧力; 25,000kg, クランプ力; 70,000kg 最大板厚; 8.6mm	1台
コイル送り出し	No. 1 ピンチロール(住重)	ロール径; 254mm ϕ , モーター; DC 11kW	1台
	マグネットロール(〃)	ホールドダウンロール付; 1台 ホールドダウンロールなし; 5台 ロール径; 381mm ϕ , モーター; DC 7.5kW	6台
	ループスロー(〃)	スイングアーム式 スイングアーム半径; 3,048mm	1台
ルーピング	ループフロアー	床上式 幅4.9m \times 長さ100m	1台

工程順にしたがって設備の概要を説明する。

3-1 ミルエントリー設備

ミルエントリーと同一ヤードに設置されたスリッターラインに搬入されたコイルは、所定の幅にスリットされる。そのコイルは重量測定後、コイルローディングコンベアに載せられ、コイルフィーダーステーションに移送される。コイルフィーダーステーションでコイルは、自動的に外径を

測定され、以後アンコイラーに送入されるまでの工程の自動運転にそなえる。コイルはフィーダーステーションからコイルカーに載せられ、コイルオープナー位置まで移送され、そこで結束バンドが切断される。切断されたバンドは自動バンド処理装置により処理される。

帯鋼の先端が巻きもどされ、レベラー前ピンチロールにかむと同時に、コイルはアンコイラー位置まで移され、コイルの内径にマンドレルが挿入



写真1 ミルエントリー設備（フラッシュバットウエルダー）

され、コイル巻きもどし工程に入る。巻きもどされた帯鋼は、レベラーを通るとき平坦にきょう正され、先端をアップカットシャーで切断された後、フラッシュバットウエルダーに入って先行帯鋼の後端に溶接される。帯鋼は、その後ループフロアーに送りこまれるが、フロアーには6台のマグネットロールが設置されており、そのロールによりフロアー内に帯鋼が送られるようになっている。帯鋼がフロアー後端まで送り込まれると、フロアー手前に設置されているループスロアーにより帯鋼は蹴り出され、再度送り出されるというようにしてフロアー内に数重のループを作り、余裕をもって造管作業ができるようになっている。

3-2 加熱炉入側設備

炉の入側には帯鋼送り出し用の諸設備がある。また造管開始時に炉の帯通しを行なうスレディングマシンや造管終了時に、炉内に残った帯鋼を巻き取るためのスクラップスケルプコイラーも炉入側に設置されている。

3-3 加熱炉

炉は予熱室と加熱室の2つに分かれており、帯鋼はまず予熱室に入り、加熱室からの燃焼廃ガスにより室内を1往復する間に、700°~800°Cに予熱されて、加熱室に入る。加熱室では、帯鋼のパスラインに炉両側にセットされた434個のバーナーにより、帯鋼エッジ部を優先的に加熱するようになっている。また加熱室の計装は4つに分かれ、おのおの独立に、炉温、炉圧、空燃比などを制御し、効率的な熱利用ができるようになっている。

燃焼ガスは予熱室を出た後レキュベレーターを通り、燃焼空気を予熱し、煙道を経て煙突へ逃げるが、煙道でのガス温度はまだ約450°Cであるので、煙道に廃熱ボイラーを設置し、熱の有効利用を計っている。なお燃料にはブタンガスを使用している。

表3 加熱炉入側設備仕様および能力

工程名	設備名(製作会社)	型式, 公称能力, 仕様	台数
コイル送り出し	No. 2 ピンチロール(住重)	ロール径; 254mm, モーター; DC 18.5kW	1台
	ループコントローラー(〃)	垂直アーム式(あとで光電管式に改良)	1台
炉装入	ニードリングピンチロール(住重)	ロール径; 155.6mmφ 駆動モーター; AC 15kW	2台
	ファーンレススレディングマシン(〃)	電動圧下式, 圧空引込式 ロール径; 508mmφ 駆動モーター; DC 30kW	1台
コイル折返し	スケルプリターンドラム(住重)	デフレクターロール付 ドラム径; 1,524mmφ, モーター; DC 18.5kW	1台
	スケルプターンアラウンド(〃)	トラバース用モータ; AC 7.5kW	1台
	スクラップスケルプコイラー(〃)	ドラム径; 508mmφ, モーター; AC 11kW	1台

表 4 加熱炉仕様および能力

工程名	設備名(製作会社)	型式, 公称能力, 仕様	台数
加熱	加熱炉(大同製鋼) (計装品 山武ハネウエル)	予熱室付4ゾーン式 炉長; 58,140mm (予熱室42,672mm) 加熱能力; 公称71t/h 燃料; ブタンエアームックスガス バーナー数; 434個 バーナー容量; 45×10 ⁶ kcal/h 送風機; 燃焼空気用 AC 75kW, 286Nm ³ /min, 790mmAq ダイリューション用 AC 15kW, 223Nm ³ /min, 200mmAq スケルプブロー用 AC 45kW, 113Nm ³ /min, 1,050mmAq 地下室排気用 AC 5.5kW, 150Nm ³ /min, 100mmAq	1台

3.4 造管設備

加熱された帯鋼は炉から出てくると図3に示すとおりまず成形ロールにより成形され、No. 2 スタンドの鍛接ロールに入る前に、ウェルディングホーンにより、コイルエッジへ空気および酸素が吹き付けられ、酸化物の除去および酸化熱による鍛接部の局部加熱が行なわれて鍛接される。そして以後の No. 3~No. 14 スタンドでは、垂直—水平—垂直…とそれぞれ交互にロールが配列されており、外径が順次絞られる。加熱炉の出口には、帯鋼の昇降、傾斜の遠隔操作をさせるガイドローラが設置されており、成形ロールに入る帯鋼の振動を防ぎ、安定した良好な鍛接部が得られるよう工夫されている。さらにウェルディングホーンの位置が、運転中でも調整できる装置を取付



写真2 成形、鍛接、絞り機およびロータリーホットソー

け、つねに最適な位置で、空気および酸素の吹き付けができるようになっており品質の安定化を計っている。

また加熱炉出口には、帯鋼の表面温度測定装置が取り付けられ加熱された帯鋼の端部および中央部の温度が連続的に測定、表示される。従来オペレーターの目視のみで鍛接部温度の管理を行っていたが、本設備においては計器による確実な管理方法に変えられ、さらに安定した品質の製品が得られるようになった。

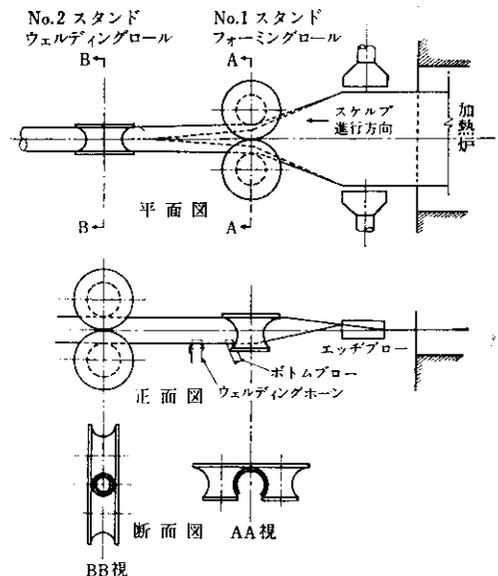


図3 成形、鍛接部概略図

所定の寸法に成形された管は、No. 14スタンドを出てから、ロータリーホットソーにより製品長さの倍尺に切断される。造管速度を測定するメジャリングホイールからの信号により、ホットソーの速度は完全に造管速度と同調するようになっており、管端は変形することなく切断される。倍尺に切断された管は3スタンドから成る定径機に入り、それぞれの外径に定径されチャージングコンベアを経てクーリングベッド（写真3）へ送られ



写真3 クーリングベッド

表5 造管設備仕様および能力

工程名	設備名(製作会社)	型式, 公称能力, 仕様	台数
造管	成形, 鍛接, 絞り機(住重)	14スタンド水平, 垂直式 駆動モーター; No. 2~No. 6 DC 30kW, 650/2, 150rpm (各個駆動) No. 7~No. 14 DC 45kW, 650/2, 150rpm ロール径; No. 1 スタンド291.59mmφ No. 2~No. 14 スタンド266.19mmφ ロール幅; No. 1 スタンド219.08mm No. 2~No. 14 スタンド171.45mm ロール材質; 合金ダクタイル 造管速度; max. 457m/min	1台
倍尺切断	ロータリーホットソー (BLAW KNOX)	自動切断長さ調整装置付 切断速度; max. 7.6m/sec 切断長さ; 7.8~20.8m ソーブレード径; 711.2mmφ クランクアーム半径; 431.8~863.6mm メインモーター; DC 30kW, 650/1, 950rpm	1台
	ソー入出口コンベア(住重)	モーター直結ロール式 ロール数; 入側4ヶ, 出側11ヶ モーター; DC 1.5kW	1台
定径	定径機(住重)	3スタンド水平, 垂直式 駆動モーター; DC 30kW, 650/2, 150rpm ロール径; 355.09mmφ ロール幅; 171.45mm ロール材質; 合金グレーン	1台
冷却	チャージングコンベア(住重)	ロール数; 19ヶ モーター; DC 1.5kW	1台
	クーリングベッド(ク)	スクリュウ式 幅; 15, 850mm 長さ; 25, 527mm スクリュウ軸数; 17本 モーター; DC 30kW	1台
分割	ディバイディングソー(住重)	インデキシング式ダブルブレード直結 ブレードモーター; AC 95kW, 1, 800rpm ブレード径; 1, 321mmφ	1台
管端切断	クローブソー(住重)	インデキシング式ソーブレード直結 ブレードモーター; AC 45kW, 1, 800rpm ブレード径; 1, 219mmφ	2台
水冷	ウォーターボッシュ(住重)	ロータリーキック式	1台
	チェントランスファー(ク)	パイプブローアウト付	1台

る。ロータリーキッカーにより、管はクーリングベッドへ蹴り込まれ、ディバイディングソーにより2分割され、さらに他の管端をクロップソーで製品長さに切断され、ウォーターボッシュで水冷される。

3.5 精整設備

クーリングベッドで2分割された管にそれぞれ

対応するように、精整設備は2系列からなっている。

まず管は、高速きょう正機により曲りを取られた後、面取り機で管端を仕上げられ、外観検査台に送られる。そこで全数外観検査および抜き取りで寸法検査、機械試験が実施される。そして検査に合格した管のみについて水圧試験が行なわれ、管内面の水切りが行なわれた後、黒管については

表 6 精整設備仕様および能力

工 程 名	設 備 名 (製作会社)	型 式, 公称能力, 仕 様	台数
きょう正	黒管きょう正機(住重)	対向4ロール型 きょう正速度; 60~300m/min 駆動モーター; DC 37kW ロール寸法; 270mmφ×410mm ロール材質; 合金チルド	2台
	白管きょう正機(共立機械)	堅型ロール型(上3ヶ, 下2ヶ) きょう正速度; 60~180m/min 被きょう正材; 1台 15~50A 1台 32~150A	2台
面取り	面取り機(KIESERLING)	4ヘッドロータリー式 カッター; バイト組立式 主軸駆動モーター; AC 22.5kW 管長; 4~8m 処理能力; max. 2,500本/h	2台
検 査	検 査 台	スキッド式 黒管用; 2台 白管用; 1台	3台
水圧試験	水圧試験機(山本水圧) (水切り装置付)	管長; 4~8m 試験圧力; max. 120kg/cm ² ヘッド数; 15A~50A 14連 65A~100A 7連 処理能力; max. 2,500本/h	2台
表 示	印 字 機(橋本鉄工)	黒管用; 2台 白管用; 1台 処理能力; max. 2,500本/h	3台
塗 油	塗 油 機(近江屋興業)	黒管用; 2台 スプレー式 処理能力 max. 2,500本/h 白管用; 1台 スプレー式 処理能力 max. 1,200本/h	3台
乾 燥	乾 燥 炉(日本工芸)	燃料; 重油 管長; 1台 4~8m 1台 4~13m	2台
結 束	自動結束装置(大同機械)	自動計数, 秤量機付 小結束機; 4台 大結束機; 2台 処理本数; max. 2,500本/h	1台
	そ の 他 設 備	ロール旋盤(数値制御装置付) ブレード日立機 バイト研摩機 へん平試験機 曲げ試験機 パイプ切断機	1台 1台 1台 1台 1台 4台



写真 4 自動結束装置

そのまま表示、防錆油塗布、乾燥および自動結束装置を経て、連続して倉庫へ搬入され出荷待ちとなる。メッキ原管は水圧試験後、原管抜き出し用コンベアーにて原管置場にラインオフされる。

なお一部の製品についてはオフラインで過流探傷試験が行なわれ、全長にわたってより綿密な検査が実施されている。現在造管ラインに熱間渦流探傷装置の設置を計画中で、これにより製品全長、全内周にわたって非破壊検査が行なわれることになり、より安定した品質の確保が期待される。

またこの精整ラインの特色としては、前述したように、自動結束装置(写真4)を導入し、それを

精整ラインの最後に設置し、倉庫と結び、製品が自動的に倉庫に搬入されるよう省力化を計ったこと、さらには倉庫各ヤードを一直線で結ぶコンベアーと結束装置とを継ぎ、結束された製品を各倉庫に規格、寸法別に搬送されるようにして、出荷業務の簡素化を計ったことである。

3.6 メッキ設備

メッキ原管置場に、約3tづつに分けて、仮結束された原管は、フックで吊られ、前処理装置に入り、脱脂酸洗後フラックスが塗布され、乾燥炉を経て亜鉛めっき槽に入る。槽より引き上げ後、外面に圧縮空気をブローして表面を美しく仕上げられた後、ウォーターボッシュに入り水冷される。

メッキ装置は、前処理から製品まですべて全自動運転で、作業環境および生産性のうえで非常に優れたものになっている。メッキを終った管は、きょう正機で曲りを取られた後、表面検査を経て表示、塗油が行なわれ製品になるが、ネジ付管はネジ切り機、ソケット締付け機を経て結束され、出荷される。このネジ切り機は、高速で切削するもので、高生産性と同時にネジ部に“むしれ”などの欠陥のない美しいネジ部が得られることを特色としている。

表 7 メッキ設備仕様および能力

工程名	設備名(製作会社)	型式, 公称能力, 仕様	台数
前処理	メッキ前処理装置(日本電炉)	脱脂槽(鋼板製) 2槽 水洗槽 1槽 酸洗槽(耐酸レンガ製) 4槽 水洗槽 1槽 フラックス槽(鋼板製ゴムライニング) 1槽	1台
乾燥	乾燥炉(日本電炉)	熱風再循環式 能力: 30t/h ; 8.5m×10m×0.45m 温度: 60°~100°C	1台
メッキ	亜鉛メッキ装置(日本電炉)	バッチ連続ブロー式 被メッキ材寸法: 15~150A 4~8m 生産能力: 15t/h メッキ槽: W1.7m×D2.0m×L8.5m	1台
	外面ブロー装置()	圧縮空気式 ブロー圧: 1.0~7.0kg/cm ²	2台
ネジ切り	ネジ切り機(PIPE MACHINERY) (ソケット締付, プロテクター取付機付)	ダイヘッド回転式 スピンドル速度: 114~954rpm 切削速度: 60m/min	2台

4. 操業経過

昭和46年1月より試運転を開始し、ただちに営業運転に入り以後順調な稼働を続けている。操業以来1年9ヶ月を経過したが、その間により安定した操業および品質を得るため若干の設備改良を加えた。それらを列挙するとつぎのとおりである。

- (1) 加熱炉出側にガイドローラを設置し、鍛接部の帯鋼の振動を防止するようにした。
- (2) ウェルディングホーンベースを遠隔操作により微動できるようにし、安定した鍛接部強度が得られるようにした。
- (3) 造管ラインに渦流探傷装置の設置を計画中で、品質保証を確実にするとともに、造管条件に対するアクションをより早くできるようにする予定である。

- (4) 造管機のスタンド間および定径機の前後に、高圧水によるディスクレーを設置し、平滑な表面肌の製品を得るようにした。
- (5) 水圧試験機後に水切り装置を設置し、管内面の錆発生を防止するようにした。

5. 製造可能品種および寸法

鍛接鋼管の素材は低炭素リムド鋼が主体であ

外径 (mm)	肉 厚 (mm)						
	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
21.7							
27.2							
34.0							
42.7							
48.6							
60.5							
76.3							
89.1							
101.6							
114.3							

図 4 製造可能寸法範囲

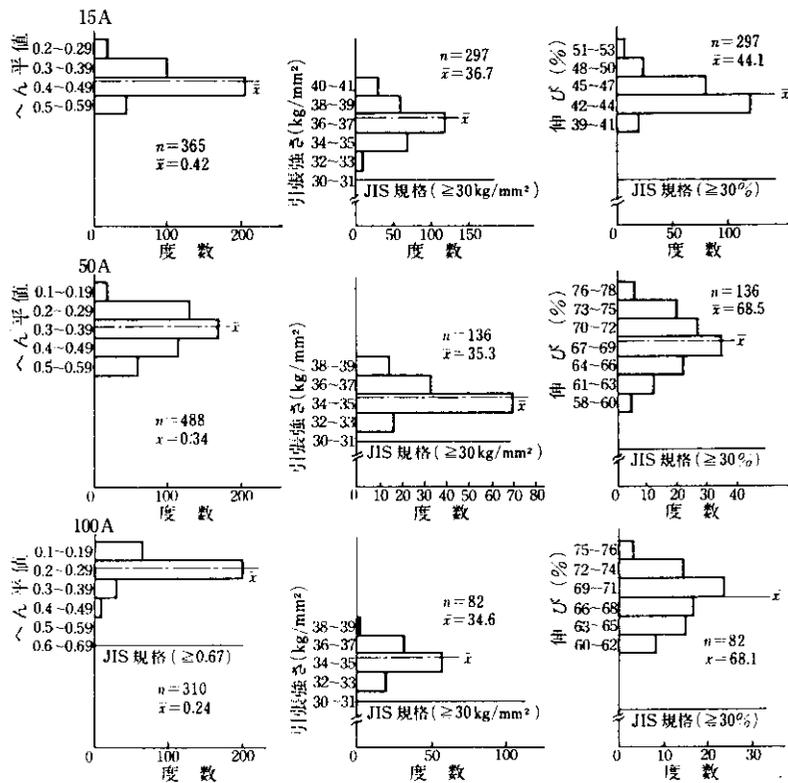


図 5 代表寸法のへん平値および機械的性質

り、その用途としてはガス水道配管用鋼管(JIS G 3452)がほとんどである。しかし適正な造管条件さえ確立すれば高張力鋼の鍛接も可能であり、当社では引張強さ 51kg/mm^2 以上の一般構造用炭素鋼管(JIS G 3444)も製造している。製造可能品種はつぎのようなものであり、可能寸法範囲を図4に示す。

JIS G 3452

G 3442 (水道用亜鉛めっき鋼管)

G 3444

G 3445 (機械構造用炭素鋼管)

ASTM A120

A53F

BS 1387

なお特殊な用途として、内面に塩化ビニールを接着させた水道用塩ビ鋼管があり、またケーブル保護管の製造も計画している。

6. 製品の品質について

(1) へん平試験値

接合部の強度を判定する試験として、 90° へん平試験が行なわれている。図5に代表的寸法のへん平試験値のヒストグラムを示したが、いずれも規格を十分満足する安定した鍛接強度が得られている。このへん平試験は、製造管理の重要な項目の一つとして行なっており、クーリングベッド上の管をロットに分け、それぞれのロットから試片を採ってただちにへん平試験を行ない、結果をすぐミルオペレーターにフィードバックし、つねに安定した品質のものを作るよう努めている。もし何かの異常によりへん平値が規格値をはずれた場合は、ただちにそれをロットアウトし、製品への混入を防止している。

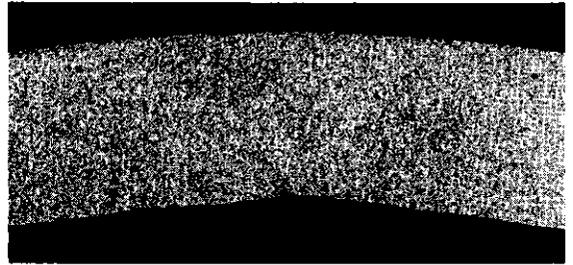


写真5 断面顕微鏡組織

(2) 機械的性質

図5に代表的寸法の引張試験の値を示す。十分にJIS規格を満足している。

(3) 鍛接鋼管の特色

最後に電縫鋼管と比較して鍛接鋼管の特色を列記すると、つぎのようになる。

(a) 電縫管に比べ、内面ビードのもり上りが少ないため、ケーブル保護管のように内部に物を挿入する場合傷が付きにくい。

(b) 帯鋼を高温に加熱して製管するため、顕微鏡組織(写真5)が均一で、材質と相まって製品の加工性がきわめて良好である。

(c) 熱間加工品であるため、めっきを行なう場合、亜鉛の付着性が良好である。

7. 結 び

本鍛接鋼管設備は稼働を始めて以来、品質、生産量ともに着実な推移をたどってきた。今後さらに品質向上ならびに生産性向上のために改善を加えていきたいと考えている。

最後に諸設備改善にご協力をいただきました住友重機械工業㈱玉島機械事業部、産設チームのかたがたに感謝の意を表します。