

## 本邦鋼管圧延技術の進歩

望 月 要\*

## DEVELOPMENT OF STEEL TUBE ROLLING IN JAPAN

Kanamé Mochizuki

## Synopsis:

In Japan, many tube manufacturing equipments have been improved and excellently progressed during last decade. Fourteen electric-resistance-weld tube mills have been installed and one continuous butt-weld tube mill is under operation. But the operation of two Ehrhardt push-bench-type seamless-tube mills have been suspended. In tube-finishing plants, many new threading machines have been imported, and a new cold-drawing machine and a Rockrite rolling mill have been installed. Now many experiments are being made on the cold tube-drawing process with the back tension.

## I. 緒 言

昭和 20 年 8 月 15 日、太平洋戦争の終結によつて、一切の工業は一時完全にその操業を休止するの止むなきに至つたのであるが、その後産業界の新しい再出発に伴つて、再びその一部が運転を開始し次第に戦前の生産水準へと回復してきた。鋼管の製造もまた、一連の鉄鋼業の回復と共に、占領軍の直接管理下にあつた工場、戦火のために消失して再開に莫大な費用を必要とする工場等を除いては、経済事情、食糧事業等極めて困難な幾多の悪条件を克服しつつ、一工場、また一工場と運転を開始し、前者の原因による休止工場すらも再開され、次第に戦前の水準、生産量へと漕ぎつけてきた。昭和 26 年頃迄の所謂回復期ともいふべき時代である。

この時代の初期においては各工場共殆んど製品を出すというに止つて、他の工業と同様、経済、社会の混乱期の中に、細々と呼吸を続けているというにすぎなかつたのであるが、次第に生産量が戦前のそれに近づくにつれて社会は商品として良質な製品を要求する様になり、製造家は生産量の増加と共に各種の改良、改善を行い、特に昭和 26 年頃以降においては、品質において戦前を凌駕するのみならず、生産量においてもまた戦前を上廻る様になつた。これ等品質の向上と生産量の増加とは、既設備の改善による事は勿論であつたが、特に老朽化した旧設備を捨てて新しい近代的な設備に切換えようとする、国家と企業者とが一体となつて努力した所謂鉄鋼設備合理化計画の一部の現れであるといえよう。(ここ両三年を以て鉄鋼設備合理化計画も漸く一段落を告げるであろうが、世界の最高水準を行く各種鋼管製造設備が今後発揮するであろう一大偉力については大きな期待を掛

け得るものと信じて疑わない)

Table 1. Production of steel tube in Japan

Years (Showa year)	All Japan production of steel tube
1943 (S-18)	285,428 (t)
1944 (S-19)	277,674
1945 (S-20)	72,112
1946 (S-21)	53,381
1947 (S-22)	84,628
1948 (S-23)	119,845
1949 (S-24)	174,019
1950 (S-25)	235,758
1951 (S-26)	278,525
1952 (S-27)	317,710
1953 (S-28)	418,305

## II. 継目無鋼管の製造

一般に継目無鋼管の製造設備は莫大な資金を要するものであり、それだけにまた長年月に亘つて同一の設備を使用する結果ともなる。戦後における最も大きな変化といえば、戦前非常に活躍していた小鋼塊から継目無鋼管を製造する設備の一つであるエルハルト・プッシュベンチ方式の製管工場 2 つが休止したことである。その一つは戦災により今だ復旧していないものであり、他の一つは最近経営上の問題から休止したものであつて、何れも角型の小鋼塊から夫々外径 165 mm 以下と 90 mm 以下の鋼管とを製造していたわが国に唯 2 つの工場であつた。これ等工場の休止の原因を考える前に、欧州においては盛んに使用され、しかも絶えず改善がなされているこの小径管用プッシュベンチ式設備が、米国において

\* 日本鋼管株式会社常務取締役

は前世紀のものとして、全く顧みられていない事実を考えると、わが国の米国方式による近代化の傾向というものも頭に浮んでくるのである。

継目無鋼管製造設備の過去 10 年間に歩んできたも一つの大きな動きは、米国のマンネスマン・プラグミル方式への傾向である。即ち良質の鋼片を使用して、穿孔機に於て出来る限り薄肉の素管に穿孔し、プラグミルでの圧延量を軽減すると同時に、磨きロール機における圧延、拡張量を増大し、定径ロール機を絞りロール機同様に使用しようとする行き方である。このことは接合鋼管製造設備の発達に伴つて、従来マンネスマン・プラグミル方式が継目無鋼管製造の一般的標準設備であつた時代から進んで、継目無鋼管のもつ特色ともいう可き油井用鋼管、機械構造用鋼管等の高品位の鋼管製造設備へと次第に脱皮してきたものであり、同時にまた労働生産性の上昇、品質歩留の向上等への改善でもあつたのであり、こうした進歩の蔭にはまた製鋼作業の改善、分塊圧延の進歩等が、この動きを有利に導いたものであることも忘れてはならない。しかしてこれ等の改良の内容を見るとマンネスマン穿孔機においては、まず穿孔作業を順調にしかつ能率を上げるために、ロールの表面角は約 7.5 度から 3.5 度へと次第に小さくなり、軸の傾斜角度は逆に 6 度から 8 度へと大きくなつてきた。また使用される心金は次第に尖鋭となり、マンドレル支持装置はローラーによつて固定されるよう改善され、偏肉の少い長尺の素管が穿孔されるようになった。次にプラグミルの圧延加工法においては、心金の磨擦が伴い、また戻し操作という非圧延操作が行われ、これ等は製管工程中最も非合理的な加工工程であつて、心金との磨擦の為に管内に生ずる内面筋が大きな加工疵としてクローズアップされ、戦後の 10 年間はこの内面筋除去のために多くの努力が払われてきた。即ち管圧延の際の加工量の比重を穿孔機に加える事によつて、プラグミルにおける圧延量を軽減することができ、圧延回数は 2 乃至 3 回に減少して、今迄 2 連のプラグミルで 4 から 5 回の圧延をしていた工場も、最近では 1 台のプラグミルで作業を完了するようになってきている。斯のようにプラグミルで内面筋の減少を計ると同時に磨きロール機においては圧延拡張量を大きくして、既に発生した内面筋の除去に努めている。ロールの形状も種々考案され、心金は戦前の 1.5 乃至 2 倍にまで長くなり、拡張量も 1 乃至 2mm から 5 乃至 8mm へと大きくなつてきた。圧延量はロール駆動用電動機の電力量を予め規定し、運転者が電力計を見ながらハンドルをとつて調節している。磨きロール機の拡

管量を増大し、定径ロール機の外径絞り量を大きくして製品寸法の或る範囲内においては他の圧延設備に無関係に、定径ロール機のみで調節してしまう様になり、その数は 2 台から 5 台、7 台へとロール組数を増加し、絞りロール機と同様な機能を行う様に移り変つてきた。定径ロール機に続いて設置されてあつた熱間矯正機は次第にその必要性が薄れて順次姿を消しつつある。

マンネスマン・プラグミル方式製管設備における管の圧延長さは API 油井用鋼管の輸出から、次第に長尺品が要求され、現在では約 13 m 迄の鋼管が製造可能となつてきた。また特殊鋼の圧延も盛んに行われ、5% Cr Mo 鋼は勿論、18-8 不銹鋼の製管も行われている。

マンネスマン・ピルガー方式大径鋼管製造設備およびエルハルト・水圧抽伸方式大径鋼管製造設備は戦前と略同様で、特別目新しい進歩もみられていない。押抜穿孔圧延設備も主として特殊鋼々管の製造に 1 連の製造設備が運転されているに止り、之とても圧延設備自体よりも、取扱、操作の上から設備内の各機械間の輸送装置が一部改良せられた程度である。

一方鋼管圧延法の改善と同時に、運転機構の改善、潤滑系統の進歩等が平行して、製管設備の近代化を押し進めてきている。即ちまず取上げられることは、加熱炉の自動燃焼制御装置の設置である。自動燃焼制御装置を使用するためには、加熱炉の燃料は瓦斯または液体燃料であることを必要とし、操作上幾多の利点を有するため、石炭焚き加熱炉は順次瓦斯または重油焚き加熱炉に変わり現在では鋼片加熱炉たると、鋼管再加熱炉たるとを問わず、多くの加熱炉に自動制御装置が設置せられるに至つた。この制御装置は炉内圧力、燃料および空気量の比率等を自動的に調整操作し、最も重要な炉内温度の調整制御が完全に行われ、厳密な均熱性の要求される鋼管製造のための加熱作業、更には圧延作業をも容易にして、一定品質の鋼管を一定の生産割合で製造するのに極めて役立つ。機械運転の操作もまた極度に電氣化され、エヤー・シリンダーの操作もソレノイド・バルブを通じて行われ、各所にプラグスイッチ、リミットスイッチが取り付けられ、自動化さるべき所は総べて自動化され、最少限の作業人員で機械の運転が容易に遂行される様になつた。

なお齒車の潤滑は大体従来通りであるが、給油タンク給油ポンプ等は 1ヶ所に集中されて、管理が容易となりグリース潤滑もまた、集中グリース給油系統が採用されて機械の保守を容易にし、現在では殆んどすべての潤滑がこの方法でなされる迄に普及してきた。

### III. 接合鋼管の製造

電気溶接技術の進歩は鋼管製造設備にも非常な改革を齎したのであるが、わが国においては戦後特に著しい発達を遂げた。これは米国における電気抵抗溶接鋼管製造設備の発展の刺激を受けた事と、製造設備に投入する資金が比較的少くしてすむと共に、戦後帯鋼および板圧延の発達によつて、多量に帯鋼が生産されることになつた為である。Table 2 に示した通り、わが国においては戦前の約5倍に当る電気抵抗溶接鋼管の製造設備が新設された。

最も持筆すべきことは戦後新設されたこれらの設備の多くが、我国の電気機器製造会社と機械製造会社との協力によつて設計、製作、設置せられた事であり、これらは何れも外径 100 mm 以下の鋼管製造設備である。また米国のエレクトリック・ヒュージョン会社から2系統、ヨーダー社から1系統の設備が戦後輸入された。

電気抵抗溶接鋼管の材料である帯鋼の酸洗装置は完全に機械化され、焼鈍も電気焼鈍、光輝焼鈍が行われ、巻取、巻戻し、矯正、耳取り、共に高度に機械化され、帯鋼前処理の作業人員削減と共に、良品質鋼管製造用材料として帯鋼の処理が丁重になつてきた。また帯鋼と帯鋼との接続は手溶接からフラッシュバット溶接へと進んで、実溶接時間も4乃至5秒間に短縮され、この溶接時間の逃げは従来のページと呼ばれる格子枠から、プーリー台車に変わり、無用の疵のつかぬ様に帯鋼の前処理に充分の注意がはらわれている。電縫機は50または60サイクルの交流から180サイクルの交流を使用することになり縫合密度が濃くなると共に、溶接速度は1分間50mまでに増大した。縫合部の凸部は内外面とも削り取られ、外面は縫合直後に、内面は普通電縫機前面の成型ロールの間から長い腕により支えられた工具で削り取られている。

次に鋼管用ロール矯正機は、従来は他の鋼管製造設備においても同様であるが、すべて横型のものであつたが、最近6個のロールを有する縦型冷間矯正機が我国で製作設置されるに至り、横型の矯正機と比較してロールの調整が極めて容易となり、矯正力もまた強力なものとなつた。

更に従来、直径 300 mm 以上の大径鋼管の製造は厚板をピラミッド型の3本ロールにより円筒形に成形しこの両端を手溶接で電弧または酸素アセチレン瓦斯を用いて内外面から溶接していたのであるが、最近の電気溶接技術の発達は、殆んど大部分の電弧手溶接を自動溶接

に変え、大径溶接鋼管の製造もまた、サブマージド溶接法が用いられ、次第に自動化されている。即ち成型方法は従来通り、ピラミッドロール成型法であるが、溶接は耳付けおよび仮溶接の後、鋼材で組立てられた自動溶接装置の中に入れられて、内面共サブマージド溶接、別名ユニオンメルト溶接が行われており、均一、確実な溶接ができ、溶接速度も早く、少数の作業員で作業ができることなどの特色が挙げられている。

瓦斯溶接鋼管製造設備もまた、戦後更新されて、多くの新設設備が稼働し、Table 2 に示される通り、戦後新設された造管機は、戦前のものの約6倍以上に上つている。帯鋼をダイの中を牽引して素管とし、アセチレンガス溶接機によつて溶接する方式は順次姿を消し、ロール成型法を用い、電気抵抗溶接鋼管製造設備中の電縫機がガス溶接機と入れ替つた型式の設備が多く用いられるようになった。

帯鋼圧延機の発達は、電気抵抗溶接鋼管製造設備および瓦斯溶接鋼管製造設備に大きな進展を齎らしただけでなく、我国における鋼管製造設備の内、特異な存在として偉力を放つていた鍛接鋼管製造設備に対しても、遂に連続式鍛接鋼管製造設備なるものに一大脱皮を行わしめた。すなわち従来は1枚1枚のスケルプ(平帯鋼)を平らな加熱炉に入れて適温に加熱し、ベルと呼ばれる漏斗状の工具の間を牽引して成型し、両縁を鍛着して鋼管に製造していたのであるが、連続式鍛接鋼管製造設備においては、巻取つた帯鋼を用い、フラッシュバット溶接機によつて一卷の帯鋼の末端と、他の一卷の帯鋼の先端とを順次電気溶接して接続し、完全に連続した帯鋼を使用する。

この帯鋼は溶接時間の余裕を生むために、床にループを描いた後、連続式トンネル型加熱炉に入れられる。加熱炉から鍛着適温にされて出てきた白熱帯鋼は、炉前にある2組のロールによつて円筒形に成型され、鍛着され鋼管となる。しかして鍛着の寸前、圧縮空気を帯鋼の端部に吹きつけて高温にし、鍛着効果を上げることは旧来と変りはない。鍛着された鋼管は数組の定径ロールを通過し乍ら外径を絞られ、前進速度を増しながら定型される。次に走行回転鋸によつて、2倍尺に切断され、冷却台において再び管の中央で定尺に切断される。

この走行回転鋸は鍛接された高温の鋼管と走行速度が同期にされる必要があり、非常に複雑な機構になつている。2倍尺に切断された鋼管は再び数台の定径ロール機を経て定型、矯正が行われ、冷却台に渡される。

従来の鍛接鋼管製造設備が数十人の作業員を必要と

Table 2. Present situation of production equipments for electric-weld and gas-weld steel tubes<sup>2)</sup>.

		Construction before 1944	Construction during 1945~1951	Construction Since 1952	Total
Electric-resistance weld steel tube equipment	In operation	2	10	1	13
	Being idle, or repaired or built	1	3	—	4
	Total	3	13	1	17
Gas-weld steel tube equipment	In operation	7	42	12	61
	Being idle, or repaired or built	2	8	2	12
	Total	9	50	14	73

していたのに対し、連続式鍛接鋼管製造設備は僅か数人で全設備の運転、管理を行うことができ、我国における鋼管製造の上に莫大な貢献をなしていくと思われる。

#### IV. 仕上加工及び鋼管検査

仕上加工設備においてもまた、戦前に較べて種々な進歩、発達がなされた。今迄ハンドグラインダー、または普通旋盤等で行われていた、鋼管端の面取り、イバリ取り等の作業は、新たに設計された自動面取機によつて、一度で済まされる様になつた。鋼管捻子切機もまた、ランヂス型の機械には鋼管端を支えるための円錐型支持装置が取付けられ、中心出しを容易にし、精度の上昇、捻子切能力の増加等が計られた。

しかして、これ等箇々の機械が自動化、高能率化の方向を辿ると同時に、精整設備全体もまた、自動化、高能率化の方向に向けられ、各機械配置は最も理想的な鋼管加工の流れ配置となつて、極力ローラー・コンベアー等輸送装置が使用されるようになった。或る電気抵抗熔接鋼管製造工場の如きは、帯鋼の巻戻しから電縫、切断、矯正、面取、検査、水圧試験、更に塗装に至るまで、一連の完全に連続した設備となり、機械から機械への鋼管の移送はすべて、ローラー・コンベアー、転りスキッドチェーン・コンベアー・リフト等によつてなされている。

冷牽機もまた自動化の方向に大きな進歩を遂げてきた。まず管の端をくわえて鎖にかける牽引台車に、スプリング・アクションを多く使用して自動的に管の端をくわえ鎖に鉤を下す考案が試みられ、労働力の一部が減じられた。次に牽引台車の転つて動く、機械の床面が、エヤーシリンダーにより後部が持ち上げられ、牽引後、台車が自動的に転つてダイス位置まで戻る様に考案されたものまで出現し、唯一人の作業人員で操作運転が行われている。また牽引鎖駆動用主電動機 300 馬力の他に、台車の

戻し用電動機 1 台、素管を心金へ挿入するための電動機 1 台、マンドレル調節用電動機 2 台を附属させた高能率の冷牽機が最近米国から輸入されて稼働している例もあり、此の冷牽機では運転者は唯一人がダイスの傍におつて、全部運転ボタンを通じて運転しており、エヤー・シリンダーは全部ソレノイド・バルブを通じて運転が行われる。マンドレルは 2 本交互に、エヤー・シリンダーの作動により上下し、下の 1 本が冷牽作業をしている間に運転者は上の遊んでいる 1 本のマンドレルの頭に高所におかれた素管の口を合せ、挿入電動機を運転して素管をマンドレルの外側にかぶせる。一方牽引が終つた管は自動的に台車からはずれ、置場に跳出される。運転者はマンドレルを入れ替え、素管に覆われたマンドレルの方をダイス中心部に下げ、冷牽がすんで空になつたマンドレルを素管を入れるべく高く上げる。台車は戻し用電動機の運転によりダイス部まで戻され、再び新しい素管をくわえて牽引するものである。この様に機械は次々と自動化されて、作業員の削減と共に遊休時間は極力短縮され、高能率な冷牽作業が行われる様になつてきている。

冷間牽引法としては伸線などに屢々用いられる様になつてきた逆張力下の牽引法が試用され、我国において独自の立場で逆張力下の冷牽機が製作された事は特筆すべき事である。此の冷牽機は普通の冷牽機と同様な主牽引用の鎖の駆動と、この駆動から一定比率で連結された逆方向の張力鎖が廻転しているものであつて、冷牽される素管は主牽引鎖によつて頭部を台車にくわえられて牽引されるのであるが、後部もまた逆張力鎖によつて、台車にくわえられて後方に引張られているものである。逆張力下における冷牽は同一圧延量に対して、ダイス、プラグの磨擦力を少くすることができ、1 回の圧延量を大きくすることができると共に、内部残留応力の減少を計ることができるといわれている。即ち冷牽後の熱処理を不要とすることもでき、冷牽したままで良質の鋼管を得るこ

とも期待され、今後の研究の成果に待つところ大きなものがある。

冷間圧延機（ロックライト・プロセスまたはコールドビルガーと呼ばれる）もまた戦後輸入された。これは熱間鋼管圧延機であるビルガー圧延機と同様な加工原理であるが、後者と異なる点は、ロール・スタンドが移動しテーブルの付いたマンドレルが一定位置に固定されていることである。マンドレルは1回の圧延毎に少角度ずつ廻転し、圧延された管は次第に伸されて前に押し出される。Fig. 1はこの模式図を示したものである。冷間圧延機の特徴は圧縮率の高い圧延を行うことができることであつて、外径および肉厚の大きな圧延率を必要とする鋼管に対しては、普通の冷牽作業では3回乃至4回の冷間牽引を必要とし、その度毎に材料は焼鈍および酸洗等種々の操作を行わなければならぬのであるが、本圧延機では1回の圧延で製品化することができ、複雑な処理を必要としない。また普通鋼管の製造だけでなく、外径、肉厚共にテーブルの付いた鋼管を作ること、マンドレルの形を変えることによつて管の内面を種々の形にすることもできる。

熱処理の方法もまた変化してきた。従来鋼管の熱処理には一般に加熱炉の中へ熱処理すべき鋼管を載せた台車を入れて加熱する焼鈍法が用いられてきたのであるが、変速ローラー・コンベアー等を用いて炉内に鋼管を移送

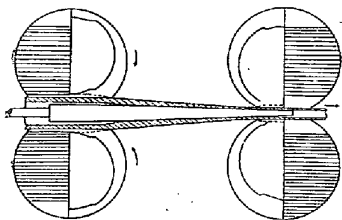


Fig. 1. 冷間鋼管圧延機 圧延概要図

しながら加熱、焼鈍する連続式トンネル型焼鈍炉が新設され、均一な熱処理、操作の簡易性等良い結果を与えている。なお今後、不燃性ガスの封入された連続式トンネル型光輝焼鈍炉が実用化される傾向にある。

戦後鋼管の需要は次第に広範囲におよび、特に最近は機械構造用鋼管の需要が多く、高度の精度、品質が要求され、また輸出向として米国の深井戸用油井管の製作ま

で行つてきたが、上述の各製管設備の進歩と共に検査設備もまた改善されて、新しい考案が次々に使用される様になつた。即ち超音波測定装置、磁気探傷装置等が次第に用いられると共に、従来の  $210 \text{ kg/cm}^2$  程度の圧力をはるかに上廻つた  $700 \text{ kg/cm}^2$  の圧力を加える水圧試験機が設備され、稼働に入つている。また鋼管の塗装設備においても噴霧とされた塗装液に電荷を与え、電気的吸引作用を利用して塗装液の節約と均一な塗装とを目的とした静電塗装装置が使用されつつある。

### V. 統 括

以上細部にわたつて過去 10 ケ年間の我国鋼管製造設備の進歩の足跡の概略を辿つてみたが、これらは総括して他の工業、鉄鋼業の進歩の方向と全く同じ道を進んできたものといひ得よう。即ち我国の戦前の鋼管圧延法は鉄鋼業の発生地でもあり、我国と経済、社会状勢の類似した西欧のそれに範を取つて発達して来たのであるが、戦後の進歩発達の方法は、全く米国の方式に傾いて行つたといつても過言ではなからう。このことは各鋼管製造設備の改造された方向は勿論、鋼管製造設備に関して輸入された機器の大部分が米国製であつたことを見ただけでも判然とする所である。

米国方式の採用による近代化はまず第一に、できる限り自動機器、通信機器および電気機器等を採用して運転機構の整備を行い、作業人員1人当りの生産量を増加させる方向に進んできた。また第二には、できるだけ、作業者の頭脳と熟練とに頼ることを避け機械そのものに仕事をさせることによつて、一定品質の製品を、一定率で製造する方向に進んだ。従つて鋼管製造設備の進歩も結局は電気機器の採用による運転装置、通信装置、測定装置等の進歩に負うものであつて、新設備の下においては各種自動運転装置、新しい潤滑装置等が有効に働いているといえるものである。

以上要するに我国における鋼管製造法発達の上で戦後 10 年間特に著しい変化を示した主なる点は、継目無鋼管製造設備に対して、接合鋼管製造設備が次第に

Table 3. Production trends of steel tubes by different species in Japan<sup>1)</sup>

Species	1944		1945		1951		1953	
	t	%	t	%	t	%	t	%
Seamless	187,736	74.0	45,150	81.3	192,450	67.3	244,557	60.1
Butt-weld	53,689	21.2	6,912	12.4	29,062	10.1	39,880	9.8
Electric-weld	7,508	3.0	1,859	3.3	33,897	11.9	82,008	20.2
Gas-weld	4,836	1.9	1,651	3.0	30,714	10.7	40,325	9.9
Total	253,769	100.0	55,572	100.0	286,123	100.0	400,770	100.0

発達し、進出してきたことであり、Table 3 で見られる様に、特に電気抵抗溶接鋼管の進出は著しいものがある。また継目無鋼管製造設備において、小鋼塊からの製造方法が、次第に姿を消したことで、接合鋼管製造設備において、連続式鍛接鋼管製造設備が稼働するに至った事も、大きな変化の一つと思われる。これら圧延設備の進歩と共に、仕上加工設備においてもまた、加工能率の上

昇、精度の高度化がなされ、特に冷牽加工法においては全く一新されてきたといえることができる。

#### 文 献

- 1) 鉄鋼調査時報：昭和 25～29 年
- 2) 鉄鋼生産設備能力調：日本鉄鋼連盟，昭和 28 年度版

## 本邦鉄鋼鍛造技術の進歩

小林 佐三郎\*

### DEVELOPMENT OF STEEL FORGING PROCESS IN JAPAN

Sasaburo Kobayashi

#### Synopsis:

The steel forging industry in Japan, which had suffered a tragic outcome due to downfall of heavy industries after the Great War-I, gradually has been recovering with rehabilitation of industries. Nevertheless, from the perspective of quantity, the 1953 figure still lies at the stage of 38% of the 1940 statistics. In the field of techniques, however, rationalization of the equipment has proceeded and attained to an international level in many points owing to introduction of the heat control, the metallurgical control and the statistical quality control. The present paper described the progress in the modern forging technique with reference to heavy rotorshafts for generators, steam-turbine rotorshafts and others. The heat treatment after forging of these forged products has made so much progress and, by utilization of the S-curves, forgings have been less liable to suffer from occurrence of flakes. Also, the inspection of internal defects in these forged products by use of supersonic waves has been applied in practice, especially to the generator-rotorshafts.

#### I. ま え が き

第二次世界大戦後の我国重工業の立直りは施設の復旧、平時産業への切替え、占領政策による制限、石炭並びに電力事情の逼迫等、諸事象の影響によつて容易ではなかつたが、就中、他産業の需要に応じて消長する鍛鋼業の沈滞の状況は、真に深刻であつた。

戦時中、急速に増強を見た中小企業の所謂鍛工品工業は、需要の激減と市中在庫材の過剰から、生存競争の犠牲となるものが多く、大企業の大型鍛造施設も辛うじて操業を続ける有様であつた。

やがて昭和 25 年頃から、鉄鋼業および造船業の著しい復興に次いで、電源開発に伴う電機業と、化学工業、自動車工業等が伸長するに従い、鍛鋼品の需要も漸増を来し、昭和 28 年度には、約 110,200t を生産しやや好況を呈したが、これとても昭和 15 年度の 33%、終戦時の

61%に過ぎぬ状態であつた。

斯様に戦後の鍛造工業は決して好況とは言えなかつたが、反面技術上、作業上の仕事は多事であつたのであつて、また勘からず進歩もしたのである。即ち民需品への転換、或いは新製品の開拓に際しては、著しく進歩していた外国の水準に到達するために、製造法の研究と品質の改善に努力し、また経済性を確保するために設備の合理化、熱管理、冶金管理、品質管理等を行つて来たのである。

以下に、水圧プレスによる大型鋼材の鍛造に関して、これ等の事情を述べようと思う。

#### II. 加 熱 法

鋼材の加熱温度は、加工温度範囲を広くするために、

\* 株式会社日本製鋼所常務取締役工博