

当社の製管技術の変遷

瀬戸 浩蔵*

1. はじめに

先に、当社の製管設備の軌跡について概括したい¹⁾。次にその技術の変遷を記録に残したいと思う。

軸受鋼を主製品としてきた当社にとって、鋼管への進出もまた軸受鋼の鋼管化を主目的としたものであった。わが国経済が未だ成熟せず、多品種小ロットの小径鋼管が求められたことから、先ず押出製管法を取り入れたが、やがて経済成長と共に大口化化したのに対応して熱延製管法の併用へと進んでいった。

鋼管への進出は当時社運を賭けたものであったが、その成功が今日の当社の礎となり、今なお特殊鋼専業会社では唯一鋼管を製造する立場にある。

当社が鋼管の生産を始めて既に40年が経過した。他社が軸受鋼管から一時撤退する中、当社は止むことなく生産を続け需要に応じて量を拡大してきた。この間、経済構造の変革に伴い次第にネットシェイプ化が求められ、押出鋼管から熱延鋼管への寸法精度の向上に留まらず、やがて冷延鋼管が主流となり、さらにリング切断からCRF (Cold Roll Forming) へとピースワーク化を進めてきた。

2. 継目無鋼管への進出

わが国において軸受鋼管が求められた背景と製造に至る経緯は先に概括した²⁾。ここでは主として当社との関わりについて要約しておく。

2・1 わが国に於ける軸受鋼管

ベアリング会社の創業は大正時代に溯るが、第二次大戦まで素材の殆どを輸入に頼っていた。昭和10年(1935)にSKFから約50トンの軸受鋼管を輸入したのを機に、俄かに国産化の動きが強まって、戦時中に日曹製鋼、尼崎製鋼と日本鋼管が、戦後になって扶桑金属と日本特殊鋼管などが相次いで試作をしたがいずれも量産に至らなかった。このため朝鮮動乱の特需を受けて、昭和27年(1952)には再びSKFから250トンの輸入をしている。

その後ベアリング業界からの強い要請と通産省の指導が

あって、昭和29年(1954)に住友金属がクランクプレスで約100トン生産したのが、わが国に於ける軸受鋼管量産の最初である。

しかし、未だ多品種小ロットの需要だったので昭和27年(1952)に開発された熱間押出法が俄かに脚光を浴びた。当時この方式に優るものがなくこれを導入した神戸製鋼が昭和33年(1958)にまず試作を行い、次いで昭和34年から住友金属(2年後中止)が、さらに昭和37年から八幡製鉄(昭和48年中止)が量産を軌道に乗せた。

この間当社も、昭和19年(1944)にガスボンベメーカー大和金属工業と提携して試作をした記録があり、昭和34年(1959)から熱間押出法による量産を始めている。従って当社はわが国軸受鋼管の先駆けであり、また止むことなく生産を続けた唯一の会社でもある。

2・2 当社の進出までの経緯

軸受鋼を主製品とした当社は、その立場を磐石のものにするべく早くから鋼管の製造を意図していた。昭和27年にフランスでユージンセジュールネ式熱間押出法が開発されたのを知り、当時の需要構造には最適の製管法であるとして直ちに調査に入った。

しかし、昭和30年(1955)頃欧米で軸受鋼管を生産していたのは数社にすぎず、各社ともエルハルト法により月産2,500トンを超えていた。一方の熱間押出法では主としてステンレス鋼管を生産しており、月産量は450トン以下であった。当社は、当時の需要量を賄いまた押出法を採算に乗せるには、最低月産1,000トンが必要と試算して綿密な検討を加えている³⁾。

その結果を基に、昭和30年(1955)5月から技術導入の交渉を始めたが、翌昭和31年7月に神戸製鋼と住友金属が契約を終え、また八幡製鉄もその動きを見せたため難行を重ねた。しかし、昭和31年11月に仮契約、昭和32年5月に外資法に伴う政府認可を得て、翌昭和33年4月ようやく押出製管工場の起工式を迎えた。

この間、当社にとって未知の製管技術を習得するため、押出機械設備と製管材料の冶金的調査、あるいは押出作業実習などを目的とした技術調査団を数次にわたって欧米に派遣している。

* (元)山陽特殊製鋼(株)専務取締役

3. 押出鋼管

3・1 押出製管設備の導入

わが国における熱間押出法の受権者のうち、神戸製鋼と住友金属が一年早く発足したので、当社はこの遅れを取り戻すため機械の納期短縮と設備の早期完成に懸命の努力が払われた。

最初の機械設備はすべて輸入であり、その主要なものは英国レービ社から2,000トン水圧プレス、500トン縦型穿孔プレスおよび低周波誘導加熱炉を、西独ヘラー社からBTA穿孔機を、他に伊国からピレット加工機を、英国から矯正機などを導入している。

各国技術者の指導のもとに昼夜兼行の組立と据付工事が行われ、昭和34年（1959）7月31日に待望の第一回押出に成功した。契約許可から2年、起工式から1年の緊急工事であったが、試作生産も順調に進んで11月から当社員のみによる営業生産が始まった。鋼管分野への進出が果たされ先行していた住友金属と同じ年に軸受鋼管の生産を始めることができたのである。

しかし、昭和35年の頃の軸受鋼管の需要量は月250トン程度にすぎなかったため、稼働率向上と高級化を目指してステンレス鋼管の生産に乗り出した。当社の最初のステンレス鋼管は、昭和35年にソ連に輸出した110トンである。またこの頃、GLパイプ（ガラス被覆管）、中空鋼あるいはクラッド鋼管なども少量ながら生産している。

その後、ベアリング業界の多軸自動盤の増強整備、あるいはソ連への大量輸出契約もあって生産量は順調な伸びを示し、昭和36年（1961）には月産1,000トンを超えるまでになった。そこで今後の増産と軽薄短小の時流に合わせて新たに小径鋼管の分野に進出すべく、昭和37年（1962）に1,250トン押出プレスの増設に踏み切った。既設プレスの外径40～150mm範囲から、新設プレスにより外径20mmまで製造範囲を拡大したのである。

両プレスが順調に稼働したのに時期を同じくして、住友金属が軸受鋼管から撤退するにおよび（但し八幡製鉄が少量の生産開始）、当社の鋼管市場での地位は確固たるものとなった。昭和40年代には高度経済成長にも恵まれて生産は増加を続け、昭和49年（1974）に月産6,371トンの最高値を記録するに至った。

この間、ピレット切断、端面加工、ターニングならびにボーリング各機の増設（昭和37～39、49年）、予熱炉更新（昭和39年）、低周波誘導加熱炉増設（昭和37、46年）、アッセルミル稼働に伴う穿孔プレスの廃棄（昭和47年）、高合金鋼管用の酸洗設備（昭和54年）さらには精整設備、検査ラインと非破壊検査設備などを相次いで増強し増産に対応している。

その後は、昭和45年（1970）のアッセルミル稼働と冷延鋼管化の流れ、ならびにそのコスト構造から次第に生産

量を減じだした。平成6年（1994）にNKKの押出製管法からの撤退に伴う当社への移行があったものの、最近では月産約2,500トンの生産をするにすぎなくなった。しかし、両押出プレスとも高級鋼あるいは粉末成形品など、特定品の製管に無くてはならない当社にとって今なお重要な設備である。

3・2 押出製管技術⁴⁾

熱間押出製管法は、仏セフィラック社の特許を導入したものであるが、マニュアルを受けただけで操業指導もなく手探り状態の操業開始であった。未知の技術であり複雑な機構を理解して、故障や不良原因が短時間で分かるようになるまで少なくとも2年を要した。しかしその後は5年で先進欧州メーカーに追いつき、10年後には追い越すまでに至っている。

押出の基幹技術は偏肉削減と内外面キズの抑制にあり、そのためには設備の維持管理と管材の加熱方法、さらには最適な潤滑ガラスと工具の開発などにある。

偏肉は押出法のメカニズム（図1）からある程度は避け得ないが、軸受鋼管はその使用方法から高精度が求められ当初ばかりでなく今もなおその維持向上が図られている。

その技術開発の主体はプレス各部材と工具の平行度を保つことと、その摩滅を管理してフリー芯と組み立て芯の差を縮小すること、さらに管材の偏熱を少なくするため個々の低周波誘導加熱炉の特性を揃えることなどに努力が重ねられてきた。

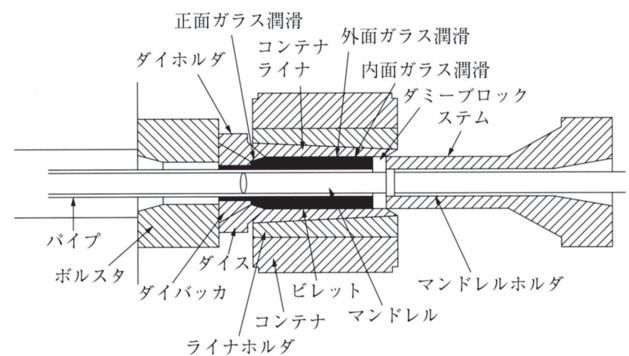


図1 押出製管法の概念図

内外面キズの抑制は、潤滑ガラスの改善とスケールなど潤滑障害物の除去、ならびに工具の温度管理などを主体に開発を行ってきた。キズ許容限度に対する需要家の要求は年とともに厳しくなり、技術の向上と非破壊検査機の導入改良により改善を重ねてきたが、内面キズの保証にはなお問題が残っている。もちろん良好な管材を供給することが偏肉のためにも内外面キズのためにも重要であるのは言うまでもなく、種々の実験と試行錯誤が繰り返されて今日の技術標準に至った。

生産性の向上にも種々の努力が重ねられている。まず、熱間ねじり試験により各鋼種の変形抵抗と変形能を調べ、

温度とピレット長さを変え押出力の式を改めたことによりL/D（ピレット長さ/マンドレル径）の制限を緩和した。また、トップピークの減少、作動距離の減によるサイクルタイムの短縮、成品突き出しなど各種動作数の削減、あるいは作動速度を早めるなどによってプレス稼働率の向上を図った。さらには、ピレットの長尺大径化、コンテナの種類を増し平均単重を上げる等々がその主なものである。因にコンテナは当初145, 175, 215と250の4種類であったが、135, 150, 160と190が追加され（昭和47, 46, 45, 49年）、後に250と150を廃止して（昭和47年）今の6種類になった。一方、水圧ポンプとコンプレッサーなど動力源も補強しており、また、連鑄片から製品までの一貫した歩留向上と機種選定のシステム化を行っている。これらによりもたらされた生産量の推移を図2に示した。昭和49年（1974）に記録した月産6,371トンの値は、今もなお世界最高であろう。

生産性向上のために実施したこれら手段は、いずれも機械と工具の酷使に繋がるものである。プレスは例えばコラムの折損を招くなど、各部件の材質改善と補強を必要とした。プレスの主要部材は数度にわたり更新され、今では当初の面影を殆ど残していない。並行して工具の改良も行われている。例えば最大面圧がかかり靱性と耐疲労強度を合わせ必要とするステムは、様々な変遷を経て現在のマルエージング鋼に至った。ダイスとマンドレルも改良を重ねてきたが、これらは押出プレスを持つ5社中で自家製造が可能で当社のみが行えたことであり、この経験が工具鋼の外販に繋がっていった。

なお、加工熱によるオーバーヒート状の内部キズが当初発生したが、加熱温度の適正化と非破壊検査により早期に解決している。また、昭和40年代には鑄造鋼塊からの直接押出を一時期量産しており⁵⁾、他に内径中空鋼塊の鑄造とその直接押出、あるいは黒皮ピレットの押出なども試みているがいずれも長続きしなかった。

現在はステンレス鋼鋼管を主体に生産しており、チタン管からクラッド管、ガラス被覆管あるいは異形材などの生産も手掛けてきた。最近では極小内径鋼管、極薄肉鋼管などを開発しており、一方ではセンダスト、銅合金、あるいは Hastelloy など難加工材の粉末成形も行っている。今後も押出法の特長を利用した製品の開発が期待される。

4. 熱延鋼管

4・1 熱延製管設備の導入

昭和40年代に入ってわが国は高度経済成長の時を迎え、なかでも自動車産業の興隆によりベアリング産業は活況を呈した。軸受鋼管の需要が高まり大口化する一方で、一層の寸法精度が要求されたことと、予めピレットの機械加工が必要なことから押出鋼管は次第に時流にそぐわなくなってきた。

このため当社は、昭和42年（1967）頃から新しい設備の検討に入った。当時の軸受鋼管は、欧米で主にスウェーデン SKF OVAKO、独 W.R.G.、仏 VALLOUREC、英 T.I.DESFORD、伊 DALMINE (FALK)、スペイン TUBACEX、米 TIMKEN などが生産していた。一方、昭和41年（1966）

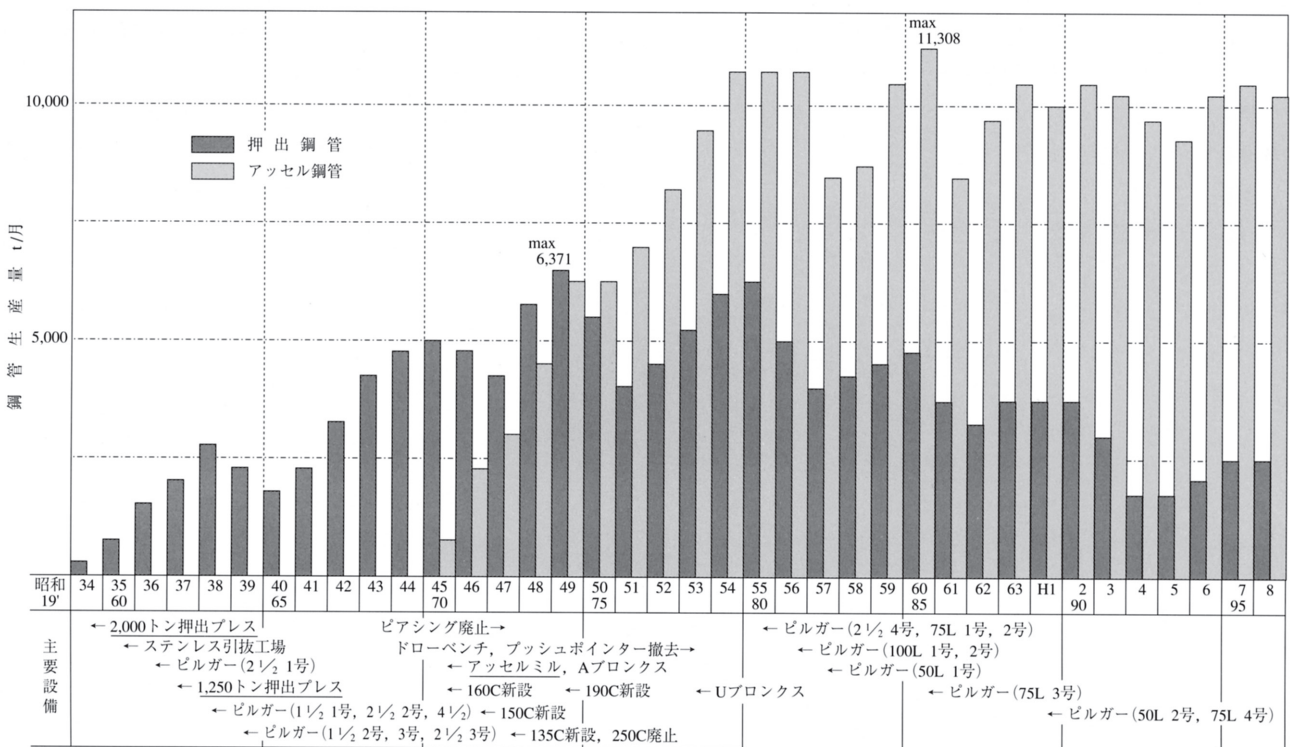


図2 鋼管生産量の推移

にアッセルミルが続いて翌42年にはマンドレルミルが開発されていたので、この両者を比較（表1）するとともに諸外国の実情を調査して、中径の軸受鋼管にはアッセルミルが最も適しているとの結論に至った。アッセルミルはピアサー、エロンゲーター、シンキング、ロータリーサイザーの一連の圧延機で構成されるが、計画途中に歩留を向上するトランスバル型エロンゲーターが開発されたので、これに急遽変更したのが今の熱延製管設備である。

表1 アッセルミルとマンドレルミルの比較

| 機種 | 長所 | 欠点 |
|---------|--------------|--------------|
| アッセルミル | ●少量多サイズ生産 | ●生産性が低い |
| | ●投資金額小（少量生産） | ●圧延可能長さが短い |
| | ●偏肉水準が良い | (max.10m) |
| マンドレルミル | ●生産性が高い | ●小サイズ多量生産 |
| | ●圧延可能長さが長い | ●投資金額大（多量生産） |
| | (max.110m) | ●偏肉水準が悪い |

当時当社は困難な経済情勢下にあったが、再興を期した熱延製管工場が昭和45年（1970）に完成した。特徴を全く異にする二つの製管法、押出と熱延の両者を備えたことにより当社の鋼管市場での立場はより強固なものとなった。なおエロンゲーターはバロウレック社製、その他圧延機は住友重機製（図面ブローノックス社）、回転炉と再熱炉は大同製鋼製を採用している。

アッセルミルは順調に稼働を続け、稼働後4年が経った昭和49年（1974）からその生産量は押出鋼管を上回るようになった。生産量の推移は図2に見る通り、稼働10年目に月産10,000トンの大台を超え、昭和55年（1980）3月には単月で13,400トンの最高値を記録している。それでもなお需要を賄いきれず、当時再三にわたり第二熱延製管工場の建設あるいは既存設備の増強を検討したが投資効果が期待できず断念した経緯がある。

この頃、わが国で軸受鋼管を生産していたのは当社のみ

であったが、世界的な油井管の不足からマンドレルミルを増設した高炉メーカーが、その後の不況に伴い余剰設備を活用するため再び軸受鋼管に乗り出してきた。一方では、円高による輸出の減少と空洞化など経済構造の変化、あるいは鍛造リングによるネットシェイプ化に伴って需要量は減少の方向を辿りだした。当社もその影響を受けているが寸法範囲の拡大、押出鋼管からのシフト、あるいはリング切断などの手段を重ねて今もなお世界最高の生産レベルを維持し続けている。

4・2 熱延製管技術⁴⁾

鋼管の熱延は当社にとって未経験の技術であり、操業に先立ってバロウレック社で1ヵ月にもおよぶ実習を受けたものの実際には数々の困難に直面した。

稼働直後にまず発生したのが回転炉のトラブルである。熱膨脹により炉床が浮き上がって変形、側壁の落下、また回転部と固定部の噛み合い不良やシール不良に悩まされて再三改造を余儀なくされた。次にピレット切断をガス方式としたためピアシング時にワレが発生したので、径により予め熱処理をする必要があった。

熱延製管工程は図3のように、先ずピアサーで穿孔して次のエロンゲーター（アッセル）で肉厚を決める。再熱後多スタンドのシンキングミルで、1～3mmごとにロールを取り替え上下2つのロール間隔の微調整により外径寸法を決める。この際多少楕円形状になるため最終のロータリーサイザーで修正する。

この様に複雑な四工程を経る熱延製管法であるが、その基幹技術は押出製管法より高い寸法精度を造り込むことと外内面キズを抑制することにある。

寸法精度の維持向上には、各ミルの特性を理解した上できめ細かな標準化を必要とした。まずエロンゲーターではD/T（外径/肉厚）が大きいと外径が膨れ小さいと細る。

シンキングミルでは軸方向に引張力がかかると肉厚が細り圧縮力がかかると太る。これを定量的に測定して各ミルをセットアップ、さらにロール調整ならびにカリバー改良

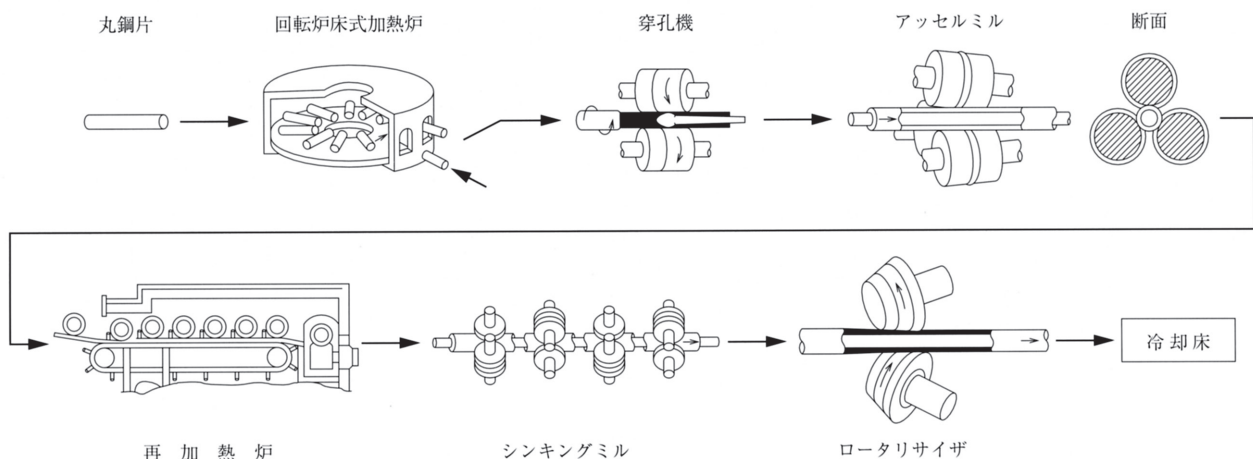


図3 熱延製管法の概念図

と精度の向上など、寸法精度向上のために種々の試行錯誤が繰り返されて現作業標準に至った。この間他社に先駆けてTP自動測定解析と成品自動寸法測定装置を開発し導入している。しかし、寸法精度向上のニーズは絶えることがなく今後とも一層の技術開発と標準化の積み重ねが求められている。

外内面キズは、その用途から軸受鋼管には厳格な抑制が求められた。まず外面キズは、黒皮とピーリングビレットの双方を比較して、その発生メカニズムを再三調査している。主体はビレットからの持ち込みであり、黒皮状態の非破壊検査方法とキズ残存許容限度に改善を重ねてきた。次に内面キズは、ビレットの内部性状とピアサーのセットアップ条件に左右される。熱延鋼管においてはその発生と検査保証に最も頭を悩ます問題であり、これも多くの試行錯誤が繰り返されてきた。何よりもビレットの内部性状を改善することが重要であり、連鋳時の電磁攪拌、PSW圧延条件などの技術開発が今なお続けられている。外内面キズの抑制は、ビレット性状の改善だけでなく温度管理、ロール形状の改善、潤滑の改良、あるいは当りキズ対策などにも種々の対応が重ねられてきたが、今後一層の技術開発を要する課題である。

一方、この間の生産性の向上も目覚ましい。当初の設計能力は月産5,000トンであったが、稼働5年でこれを超え10年目には10,000トンを超えた。過去の経験から加熱炉と冷却床には余裕を持たせていたが、何よりも現場の生産性向上に対する挑戦の結果であった。例えば当初から型決材を使用せず、また型替時間の短縮、ビレット長さの延長、回転炉内の間隔の縮小、圧延間隔時間の短縮あるいは自動追跡管理システム等々である。ロットの小口化(表2)に拘らず、それ以上に型替時間が短縮している(表3)のが成果の典型的な一例であろう。今後とも小口化、小径化の傾向が予測されるなか、一層の生産性向上に向けての技術開発が期待される。

表2 受注ロットの大きさ推移(トン)

| | | | | | | | |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 昭50 (1975) | 昭53 (1978) | 昭56 (1981) | 昭59 (1984) | 昭62 (1987) | 平 2 (1990) | 平 5 (1993) | 平 8 (1996) |
| 47.3 | 59.3 | 39.9 | 27.2 | 22.4 | 19.1 | 15.0 | 16.0 |

表3 サイズ替時間の推移(分/回)

| | | | | | | | |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 昭50 (1975) | 昭53 (1978) | 昭56 (1981) | 昭59 (1984) | 昭62 (1987) | 平 2 (1990) | 平 5 (1993) | 平 8 (1996) |
| 20.3 | 19.5 | 13.8 | 13.6 | 13.7 | 10.5 | 12.1 | 8.7 |

5. 冷延鋼管

5.1 冷延鋼管設備の導入

当社の最初の冷延鋼管はステンレス鋼の引抜管である。

昭和34年(1959)に押出プレスが稼働を始めた翌35年に、ソ連輸出を主体としたステンレス鋼管を生産するため鋼管引抜工場を建設した。抽伸機、バレル炉ならびに酸洗など一連の設備を設置して、冷間仕上鋼管の分野に進出を果たしたのである。

続いて、翌昭和36年(1961)に最初のコールドピルガーである2 1/2"を設置した。その後、昭和38年(1963)には1 1/2" 1号、2 1/2" 2号および4 1/2" の3基を、さらに翌昭和39年には1 1/2" 2号、3号および2 1/2" 3号の3基と矢継ぎ早に計7基を設置している。いずれもマンネスマンメーカー製である。

抽伸機に比べて、実績が少なく機構が複雑なピルガーであったが、軸受鋼管の冷間加工を主体に考えて敢えて選択した。即ち、減面率を大きく取れるピルガー加工は偏肉の改善度が良く、熱処理、酸洗あるいは潤滑被膜処理などの工程数を減らせる上、口付け工程の省略と歩留減を少なくすることに着目したのである。稼働初期はひ弱な機械に悩まされたがマンネスマンメーカー社とともに改良を重ね、また、工具鋼の開発や潤滑剤の改良によって次第に軌道に乗った。

やがて、ピルガー鋼管が主流を占めるようになったのを受け、昭和55年(1980)に2 1/2" 4号と75L1号、2号の3基を導入して第二ピルガー工場を建設した。翌昭和56年に100L1号、2号を、昭和57年に50L1号を、昭和60年に75L3号を、さらに平成元年(1989)には50L2号、75L4号と相次いで計9基を増設した。月産量は7,000トンに達し、基数はサンドピック社に一步譲るものの生産量では世界一の立場に至った。

昭和55年から導入を始めたロングストロークタイプは、ロールダイスを半円形から円形に変え1ストロークの圧下長さを大きくして生産性と寸法精度の向上を目指したものである。ショートストロークは順次休止し、平成9年には4 1/2" を125Lに置換している。

なお、当社がアッセルミル・ピルガー方式を採用したのに対して、他社ではマンドレルミル・引抜方式を採用している。表4に両者の利害損失を比較した。それぞれ母管の長所を生かし欠点をカバーする組合せであるが、当社は高減面率によって母管の品質水準を改善する方法を採用したのである。

表4 冷延法と引抜法の比較

| 機 種 | 長 所 | 欠 点 |
|-------|------------------------|---------------------|
| 冷 延 法 | ●偏肉,脱炭,キズの大幅縮小可能 | ●外径精度が悪い ●設備費が高い |
| | ●難加工材の加工が可能 | ●高度な加工技術が必要 |
| 引 抜 法 | ●外径精度良好 | ●偏肉,脱炭,キズの縮小度が低い |
| | ●設備費が安い ●高度な加工技術が不要 | ●難加工材の加工が不能 |

軸受鋼管を供給し始めた頃、ヘアリング会社では外径をピーリングしてから多軸自動盤で外内輪を旋削していた。多軸自動盤に直接供するためには外径精度の向上が必要であり、押出・ピルガー鋼管（当社記号：CU）がその目的に合致した上歩留向上にも寄与した。その後、鋼管の普遍化に伴う原価低減の要望に応え、昭和39年頃から外径精度のみを整えるプッシング鋼管（当社記号：PU）の生産を始めている。先の抽伸機を空引機に改造して用いたが、当時極めて有効な製品として重用され、一部を増設して最盛期には月産2,500トンにも及んだ。やがて昭和45年（1970）にアッセルミルが稼働を始め、一方では外径だけでなく肉厚精度も求められるようになって、熱延・ピルガー鋼管（当社記号：CA）へと移って行った。昭和55年（1980）に第二ピルガー工場を建設した機会に、CA鋼管の生産量はPUあるいはPA（当社記号：熱延・プッシング）鋼管を上回り、昭和61年にプッシング鋼管は姿を消した。

5・2 冷圧鋼管技術⁴⁾

ピルガーは、機構が複雑であることからくる機械部品のひ弱さと保守保全の難しさ、ならびに複雑な形状の工具を製作することに難点がある。

当初は主要機械部品であるロールスタンドの割れを始めとして、コントロールボックスの割れ、ロールシャフトのヘアリング破損などの事故が頻発した。部品設計の改良と剛性を高めることを進めたが、一方では生産性向上のため減面率と回転数および送りを順次上げていったので改善の繰り返しであった。また、クランクシャフトの焼き付きが発生したが、圧延部の潤滑剤が駆動部に入る構造的欠陥ともいえるものであり、鉱油系の潤滑剤を開発して両部共通にすることにより解決した。これらの経験が、後の予防保全技術の確立に生かされている。

ロールダイスとマンドレルは、図4に示す複雑な形状である。当初は殆ど手仕上げであったが、現在では3次元のNC旋盤と研磨機が使えるようになった。一方、金属疲労による穴キズや折損が発生したが、ロールダイスはSUJ 3をSUJ 5に変え熱処理方法を改善することにより2倍以上の寿命が得られるようになった。マンドレルも冷間工具鋼の改良や粉末ハイスに材質を変更し、あるいは表面硬化法としてTD処理、TiC処理からTiCN処理などのテストを繰り返して、今では10数倍の寿命が得られている。これらは工具鋼が自家製造であったからこそできたことであり、この経験が工具鋼の外販にも寄与した。

寸法精度は、先ずロングストロークタイプの導入により改善されたが、工具の予熱の強化と精圧ダイスを開発したことにより一層の改善をみた。精圧法は、ロールダイスの直後に引抜法と同じダイスを狭隘なハウジングの中に組み込んだものである。種々の開発テストを経て完成したこの技術は、外径精度を引抜鋼管の水準にまで高めた画期的なものといえる。

潤滑は、外面はエマルジョンを内面は重油に黒鉛と塩を混合してロッドに刷毛で手塗りしていた。エマルジョンは冷却効果はあるが潤滑効果に乏しく、当初は外面焼付きが頻発した。その後、鉱物油に塩素系化合物の添加あるいは一部硫黄系のものを使い分けることにより改善している。

今までに、内面異形管や極小内径管など新製品の開発、あるいは Hastelloy など難加工材の冷延技術が開発されてきた。今後ともピルガー加工の特長を生かしたより一層の技術開発が望まれる。

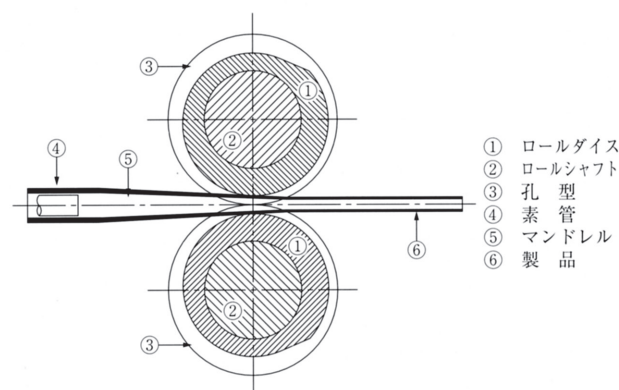


図4 冷延製管法の概念図

6. 鋼管の切断リングとCRF

昭和34年（1959）から始まり押出鋼管から熱延鋼管へ、さらに冷延鋼管へと変遷を続けてきた軸受鋼管は、やがて産業経済構造の変革に伴い昭和60年代に入って変貌の兆が現れた。

軸受鋼管を旋削していた多軸自動盤が次第に老朽化するに伴い、ヘアリング会社は寸法精度と生産性を重視して、昭和40年代の半ばから切断と旋削を分離する方式に移って行った。その後、鋼管をリング状に切断する仕事を請けていた零細企業が徐々に廃業していくにつれ、やがて当社が肩代わりする必要に迫られてきた。この時流に合わせて、昭和62年（1987）に設立したのがサントク加工である。次第に設備を増強して生産量を増し、最近では自動切断機29基、メタルソー6基、バンドソー6基ならびにディスクカッター2基の計43基を備え、月産約800トン、600万個の切断を行っている。

一方、昭和36年（1961）から日本特殊鋼がハテバー機による鍛造リングの生産を始めており、昭和43年（1968）に阪村機械が高速鍛造機を開発し昭和48年には内外輪が分離成形されるようになっていた。さらに昭和57年（1982）に共栄精工がCRF機を開発するにおよんで、軸受鋼のネットシェイプ化が急速に進んだ。この時流に沿って、平成2年（1990）に設立したのがOSテックである。ここにHNP60SとHBP120型鍛造機を各1基、ならびに70と120型CRF機を各10基備えて、月産約1,000トン、700万個の生産

をするまでになった。

この間当社は、従来熱間転造法で成形されていた大径のリングを、大径厚肉の熱延鋼管を切断してCRFで拡管する方法を開発した。現在はサントク加工に移管して140と250型CRF機を各2基備えて、月産約200トン、20万個の生産をしている、また、最近は旋削も手掛けだしており、NC旋盤3基を備えたサントク加工などで月産150トン、70万個の生産をするまでになった。

7. あとがき

当社は、軸受鋼管を主目的として鋼管の市場に進出し、幾多の設備増強と技術開発を重ねてきた。KU（当社記号：押出鋼管）からCU，PUへさらにKA（当社記号：熱延鋼管）からCAへと世界に先駆けた商品開発とその豊富な経験は、軸受鋼管の第一人者として自負と誇りがある。ま

た、鋼管に止どまらずに需要家の要求に応じてあらゆる形状を供給する体制も整えてきた。

今後は、軸受鋼管はもとより合金鋼管から高合金鋼管の一層の品質改善と生産性の向上、特殊金属から特殊形状に至るまでの製管技術の蓄積、あるいは新しい鋼管切断方法とCRF機による各種加工の開発などが当面の課題であろう。過去の技術開発の成果の上に、さらなる製管技術の蓄積を期待したい。

文 献

- 1) 瀬戸浩蔵：山陽特殊製鋼技報，3（1996），124
- 2) 瀬戸浩蔵：山陽特殊製鋼技報，2（1995），67
- 3) 山陽特殊製鋼30年史：（1964），310
- 4) 田中靖彦：私信，（1997）
- 5) 瀬戸浩蔵：山陽特殊製鋼技報，4（1997），109

