

が二連式鑄造機になり、製造される管の口径も従来の75~250 mm $\phi$  から400 mm $\phi$  まで拡大され、近く600 mm $\phi$  管も生産される予定である。

#### (b) 鑄鋼品

現在、鑄鋼のほとんどすべての材質について薄肉長尺品、あるいは超厚肉品の遠心鑄造が可能となつた。外径の最大2000 mm $\phi$ 、最小60 mm $\phi$ 、肉厚の最大300 mm、最小5 mmまで製造できる。昭和28年に鑄鋼管が工業的規模で生産されてから30年が経過し、遠心鑄造鑄鋼品の適用領域が拡大した。船舶、製鉄、化学、石油化学、窯業、製紙、鋳業、エネルギー（原子力を含む）産業、非鉄金属、土木建築などあらゆる工業分野において配管材料、ローラ材、圧力容器、構造材料として利用されている。特に、工業的に鍛造、圧延が著しく困難な材質（高クリープ強度の高炭素オーステナイト系耐熱鋼、あるいは耐応力腐食割れ性、溶接性などの良好な2相ステンレス鋼）には主として遠心鑄造法が適用される。最近10年間の進歩の具体例を二、三示す。製紙用サクシオンロールは寸法的に大型化すると共に、腐食環境の過酷化に従い高腐食疲労強度が要求され、13Cr系に代わり2相ステンレス鋼系材料の開発とその遠心鑄造化が行われた。石油化学用反応管も一般的なHK40 (0.4C-25Cr-20Ni) に代わり、Nb, Ti や W, Mo を含む新しい材料が開発され、遠心鑄造されている。また使用環境、使用条件の多様化への対応策として、二層遠心鑄造技術が開発され、石油化学向クラッキングチューブ、船内管などに応用され始めた。このほか、沸騰水 (BWR) 型原子力発電設備のコントロールロッドハウジング、製鋼連鑄用ピンチローラ、ガイドローラの開発が挙げられる。この数年間に小口径管類の長尺遠心鑄造技術が進歩し、その結果、管長は3 m から6 m へ倍増した。

#### (c) 圧延用ロール

遠心鑄造法による圧延用複合中実ロールが世界に先駆けてわが国で初めて開発され、線材ミルで使用されたのは、昭和35年である。以来遠心鑄造複合ロールは、中抜鑄造法に代わつて最も遠心鑄造化の効果の大きいホッ

トストリップミル仕上げ後段ワークロール (FHW) 用高合金グレーンロールにまで適用され、現在では国内のこのロールはすべて遠心鑄造法で製造されるに至つた。同じく遠心鑄造製のホットストリップミル仕上げ前段ワークロール及び粗ワークロールの外殻材料をアダマイトから高クロムに変換することが最近試みられ、良好な使用成績を収めている。

遠心鑄造ロールは、現在最大胴部径1600 mm $\phi$ 、最大胴長5000 mm程度まで製造されるようになった。超大型ロールの一例として、広幅厚板ミル用ワークロールに、1200 mm $\phi$   $\times$  5000 mm (重量40~60 t) の高合金鑄鉄ロールが使用されている。

#### (d) 立型遠心鑄造法の動向

わが国では、これまで圧延用ロールの遠心鑄造には、主として横型または傾斜鑄造法が用いられ、立型遠心鑄造法は径が大で、長さの短いスリーブロールの製造以外にはあまり用いられなかつた。しかるに昭和58年に国内で1社が初めて熱延ロールなど胴長ロール用にこの鑄造法を採用した。立型は横型に比べて衝撃振動が極めて少なく、高クロムなどのバンド偏析や外殻のCrの内層への拡散の防止に有効などの長所があり、欧米では以前から利用されている。胴長が大になれば、鑄造品の上下の肉厚均一化のため高速回転が必要となり、これに伴う技術的問題が発生する。しかし胴長ロールへの適用は順次、他社でも検討されるものと思われる。

ロール以外の立型遠心鑄造品として、バルブ用ボール (鑄鋼、特殊鑄鋼、製品最大1800 mm $\phi$ )、船尾シール用ライナー (鑄鋼、製品最大2300 mm $\phi$ ) などがある。

## 4.2 粉末加工

### 4.2.1 展望

日本の粉末冶金工業は、この10年間多少オイルショックによる景気変動の影響を受けたものの、順調な成長を遂げた。1969年を100として、各種金属加工製品の重量成長率を比較して図4.2.1に示してある。鑄鉄関係は1973年の第1次オイルショック後回復を見なかつたが、粉末冶金と鍛造は立ちどころに回復した。特に粉末冶金製品の伸びは群を抜いており、1979年の第2次オイルショックによる世界的景気停滞では、若干の減少を見たが、1983年には再び盛り返している。

その中で鉄系焼結部品生産量の推移は図4.2.2に示すとおりで、第1次オイルショックの影響は受けたものの、第2次の影響はほとんどなく、むしろ上昇を示している。同じ図に自動車生産台数を併記してあるが、非常に良い対応を示している。米国では第2次オイルショック

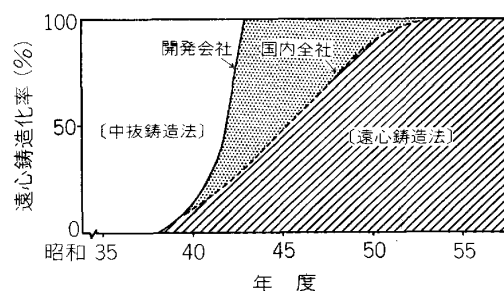


図 4.1.11 ホットストリップミル用 FHW ロールの遠心鑄造化率の推移

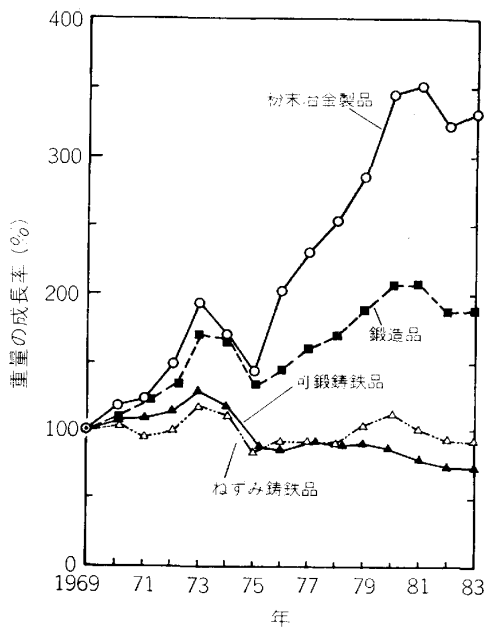


図 4.2.1 わが国の金属加工業の成長  
(通産省機械統計資料より作図)

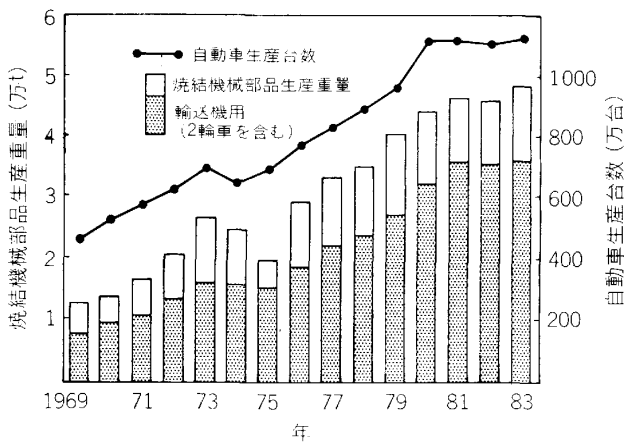


図 4.2.2 焼結機械部品生産重量と自動車生産台数  
(通産省機械統計, 自動車工業会統計資料より作図)

ク後日本車の経済性が注目されて自動車生産が急減し、経済摩擦にまで発展したことは周知のことである。1973年に26000tだったものが、1983年に48000tとこの10年間で1.8倍の伸びを示した。この増加は単に自動車の生産台数に比例しただけでなく、自動車の質的变化に対応していることも見逃せない。自動車運転の快適性を望む声が大きくなり、オートマチックトランスミッション、パワーステアリングを始め、カークーラ部品などに新焼結部品が開発され、拍車がかげられた。また軽量化にも設計者が焼結部品を評価し、採用する機運が生まれた。この間に自動車工業における内製化が進み、1973年には25%だったものが、1983年には約40%になろうとしている。

鉄粉の生産は図4.2.3に示すように、1973年の出荷

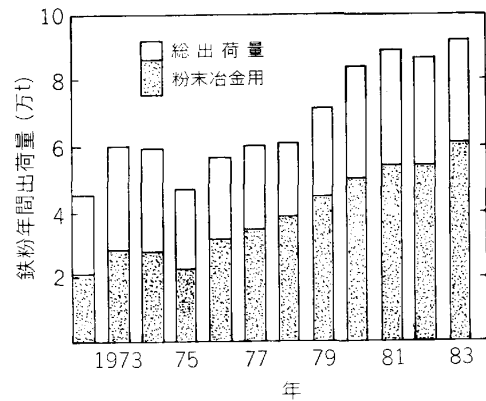


図 4.2.3 鉄粉年間出荷量の推移  
(日本粉末冶金工業会統計資料より作図)

量約60000t(内粉末冶金用約27000t)が1983年には約93000t(内粉末冶金用約60000t)になった。粉末冶金用が2/3であるが、その他では造船用の溶接棒、パウダーカッティングに多く使われた。造船不況による減少を補つてあまりある成長を見せたのが、ゼロックスタイプ複写機のキャリアと日本独特の懐炉である。

粉末加工による焼結部品は、完成形状に近い製品を歩留り良く作る製造技術として、省資源、省エネルギーという面で今後も大きな発展が期待される。さらに従来の常識を破る特性を持つ新材料を作る可能性を秘めた未来技術としても粉末加工は注目を浴びている。鋳造法のインゴットに代わる、粉末加工による大型ビレットや板が供給される日も、将来来るだろうと期待されている。

### 4.2.2 粉末製造法

鉄粉製造の国産化はいつそう進み、鉄鋼会社が積極的に鉄粉製造に乗り出した結果、国産化率は1973年の73%から1983年には82%に達した。粉末冶金用としてはミルスケールあるいは鉱石の還元鉄粉が良く用いられたが、高密度焼結部品用として水噴霧鉄粉が登場して普及した。最近では量産効果があがり、35%を占めるに至り、価格も還元鉄粉と変わらなくなった。

焼結鍛造技術の開発と共に低合金鋼噴霧粉が注目されている。当初は酸化物を還元しやすいニッケル、モリブデンを含んだ、AISI 4600系が主であつた。低価格にするために、クロム、マンガンに置き換えられつつある。クロム、マンガンの酸化物は難還元性であるため、低酸素粉にするための努力が行われている。含炭素鋼粉を縦型の炉に入れ、真空中で高周波誘導加熱することによって、連続的に脱炭、脱酸する真空誘導加熱脱炭脱酸プロセス(VIDOP法)が開発された。一方では水の代わりに油を噴霧媒体として用いた油噴霧法が開発された。低酸素の圧縮性の良い低合金鋼粉の供給が可能になり、

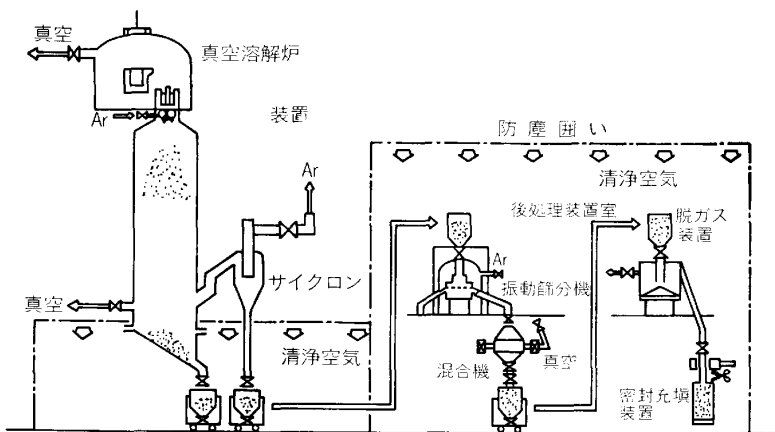


図 4.2.4 クリーンルーム概要図

市販が期待されている。

高合金鋼粉としては水噴霧のステンレス鋼粉の生産が増大し、1983年にはフェライト系、オーステナイト系合計約 600t に達した。水及びガス噴霧の高速鋼粉も SKH-9 種相当のものを主体に約 300t 生産されるようになった。

新しい合金粉として拡散合金粉が登場した。鉬石還元鉄粉の表面に合金元素粉（銅、ニッケル、モリブデン）をまぶした形で混粉し、還元雰囲気中で熱処理することにより、一部拡散させたものである。DISTALOY と呼ばれ、焼結時の寸法変化のばらつきが少なく、機械的性質の優れた部品が作れる特長を持っている。

噴霧粉の先端技術として注目されているのが急冷凝固粉である。金属溶湯の高温からの急冷凝固であるが、アモルファスである必要はない。粉末を小さな鋳塊と考え、樹枝状晶を細かくすることによつて偏析を少なくするという発想である。高温から急冷するので過飽和度を増すと、非平衡相が出るという効果もある。水噴霧では酸化し、球状粉が作りにくいので別の方法が取られている。アルゴンガスのような不活性ガス噴霧法、溶湯に水素を吸蔵させて真空室に吹き上げさせる真空噴霧法、高速回転板で溶湯を飛散させる遠心噴霧法、逆に合金電極をプラズマアークで溶解しながら高速回転させて飛ばす回転電極法、さらにこれらを組み合わせた方法が採用されている。従来の方法では作れない特性の材料が得られるので精力的な研究が行われている。

先端技術として焼結合金の特性が向上し、従来の溶解材を凌駕する特性を狙うようになると、従来のように金属粉を大気中で取り扱うのでは、予期されたような特性が出せないことがわかってきた。その結果図 4.2.4 に示すようなクリーンルームが採用されるようになった。図の例では、アルゴンガス噴霧粉をできるだけ清浄な空気中で後処理を行い、缶詰めを終わるまで不純物の混入を防ぐようにしたものである。今後先端材料粉末製造に

真価が発揮されるものと期待されている。

### 4.2.3 成形技術

#### (1) 粉末成形プレス

ここ 10 年間の粉末冶金の進歩において、粉末成形プレスの果たした役割は大きい。生産性の向上という要求から、大型、複雑、高精度焼結部品的高速成形が進んだ。それに伴つて粉末成形プレスも大型化し、400-800t の成形プレスが増加すると共に、高速化、自動化が進み複雑な機構を持つようになった。大型は油圧式、小型は機械式といわれてきたが、油圧と機械を併用した大型の複合プレスが登場した。

粉末成形品の高精度化には金型製作技術の向上と共に、成形プレスの自動調整システムの進歩が著しい効果を挙げている。成形品の精度は重量と寸法で管理される。従来はダイキャピティに金属粉をホッパから供給し、フィーダのすり切りで充填している。これだけでは高度に要求される精度のばらつきを管理することは難しい。むしろ粉末供給過程には粉末特有の問題があるため、若干のばらつきを生ずることはやむを得ないとされて来た。しかしエレクトロニクスの進歩により充填量を一定にすることが可能になった。プレスラムにつけてある油室の圧力をセンサーで検出し、充填量を微調整させる成形プレスが開発された。

もう一つはプレス成形品を出口シュートからコンベア移動して後、成形品重量を自動秤量し、標準重量との差をパルス信号でフィードバックして充填量を微調整する方法が取られている。

一方高速化の新技术としてダイセットクイックチェンジ（迅速金型交換）がある。元来粉末冶金技術は少品種多量生産技術として進歩してきたが、最近の傾向として多様化が進み多品種少量生産も要求されてきた。これに追随するためにダイセット交換を迅速にする必要を生じた。そのための付属装置を成形プレスに取り付けるだけ

でなく、最初からこれに都合のよいダイセット交換装置を組み込んだ成形プレスも開発された。予備のダイセットを用意して、あらかじめ段取りを行つておいて台車に乗せてトラバースする方法が一般的である。空気圧、油圧、電気系統を一体化して、ダイセットとプレス本体との接続を容易にしてある。従来数時間もかかっていたダイセット交換が 6 min 以内で可能になったということである。

成形の高速化のためにロータリープレスが採用されてきた。ロータリープレスは薬品の錠剤を高速成形するのに用いられてきたが、大型化して金属粉の成形も可能になった。簡単な形状の成形品を少品種多量生産するのに適しており、2層成形も容易である。

高速化の考え方とは全く反対な方法で生産性を上げるゆつくりプレスと呼ばれる成形プレスが開発された。製造ラインの一部に組み込まれた全くの専用機である。無人化に徹したもので、そのラインに必要な量をゆつくりした速度で連続成形し焼結炉に送られる。作業者は必要時に受け取ることができる。作業しながら成形できるのでながらプレスとも呼ばれる。安価で低荷重を特長とするプレスである。

## (2) 新成形技術

複雑形状の焼結部品を作る技術に進歩がうかがえる。図 4.2.5 (a) に示すような歯車は上半分と下半分食い違いに付いていて、従来の成形法では金型から押し出して取り出せないで成形不可能とされていたものである。オリベッティ方式では、(b) のように上型と下型を二つに分けて作り、固く連結した状態で給粉し、(c) のように成形する。抜き出しの際には (d) のように上

パンチが圧粉成形体を押しえた状態になる。上半分を上型から抜き出し、その後で上パンチを上方に移動させて (e) の状態にする。次に下パンチを押し上げて成形体を下型の上に取り出す。ユニークな成形方法で、従来焼結部品化できなかつた形状の部品を、金型を上手に設計することにより安価に製造できる。

プラスチックの射出成形法を応用して、従来の成形法で作れない複雑形状の部品を成形する方法が登場した。金属粉にプラスチックを混合して、その熱可塑性を利用して金型のキャビティに押し込む方法である。割り型を用いることによつてかなり複雑な形状も成形できる。脱ろう処理によつて成形体中のプラスチックを除去した後、従来より高温で焼結して高密度部品を作る。問題点はいかにして脱ろう処理を上手に行うかにある。多量のプラスチックを1日くらいの長時間をかけて、真空中で脱ろうしないと成形体にクラックが入つたり、変形する恐れがある。まだ生産性の点から研究開発が続けられているが、実用化が期待されている。

従来の成形プレスでは成形できないような長い円筒状の製品を成形するために、冷間等方圧成形が採用された。セラミックスで使われているものと同じで、ゴム型に粉末を詰めて両端を抑え、ゴム型の側方から液圧で加圧する乾式と呼ばれるものである。アルミニウムエンジンブロックの内面に挿入してある鋳鉄のシリンダーライナを焼結化するのに用いられている。円筒状の成形体を焼結後、再びコイニング用の等方圧成形で寸法、形状を出す方法である。歩留りが著しく向上し、耐摩耗性も優れているという。

これとは別に、ステンレス鋼粉を竹輪状に缶詰にして、湿式の冷間等方圧成形で等方圧で圧縮成形したものを、熱間押し出しでシームレスパイプにする方法が、スウェーデンで開発され実用化されている。

## 4.2.4 焼結技術

### (1) 焼結炉

鉄系焼結部品製造用の焼結炉は、プッシュ式、メッシュベルトコンベア式の連続焼結炉が主で、高温まで焼結できるウォーキングビーム式も使われているが、大形重量物も可能なローラーハース式はほとんどないといつてよい。最近の傾向として高強度の要求から 1150°C 以上の高温焼結も採用されてきた。

成形と同じく生産性向上に努力が払われ、焼結能力もアップされると共に、ロボットの導入が積極的に行われた。成形プレスからパレットやメッシュベルトの上に数個ずつ自動的に配列して搬送され、無人システムが可能になった。またコンピュータの進歩によつて、温度制

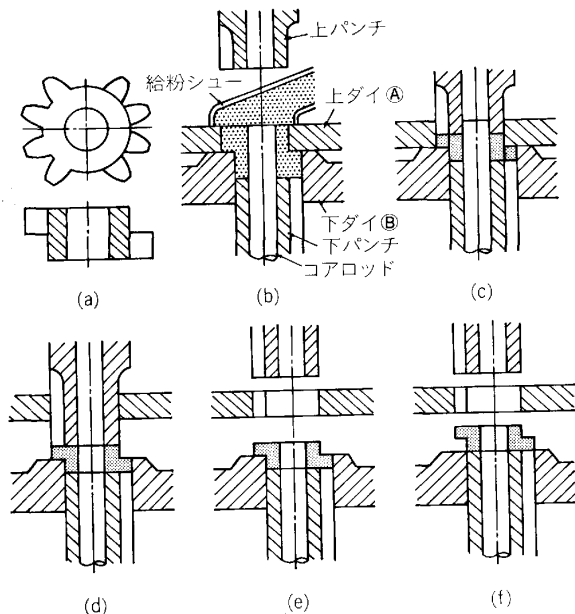


図 4.2.5 オリベッティ式粉末成形法概要図

御、雰囲気制御の管理がいつそう高精度になつた。

焼結雰囲気は、安価なプロパンまたはブタン変成の吸熱ガスが主力で、還元性の強いアンモニア分解ガスと共に一般的であつた。オイルショック以降石油資源によらない方法として、窒素が使用されるようになった。窒素が空気分溜法で入手しやすくなり、水素と混ぜて使用されている。最近では窒素とメタノールを混合した雰囲気も使われるようになってきた。

成形時に潤滑性を与えるために混粉した潤滑剤が、焼結時に雰囲気と反応して焼結部品に肌荒れを生じたので問題になつた。これを防ぐために脱ろう室でガスを急熱して潤滑剤を分解燃焼させる急速脱ろう (Rapid Burn Off) 装置を付けた焼結炉が開発された。また冷却炉の徐冷部を温度制御して復炭を回する方法 (Carbocool) も採用されている。

炭素量の制御が容易であるため真空焼結も注目されている。超硬合金に用いられてきた半連続真空焼結炉は、粉末高速度鋼にも好都合である。

## (2) 熱間等方圧成形 (HIP)

粉末高速度鋼の真密度焼結合金を作る場合には熱間等方圧成形が用いられている。高圧円筒容器の中にヒータを入れ、圧力媒体としてアルゴンガスを用い、圧縮機で加圧する。高速度鋼粉を金属容器に缶詰にして真空密封し、HIP で高温、高圧にすることによつて空隙のない真密度のインゴットが作られる。容器を最終製品形状に近いものにすれば、複雑形状の製品でも1回のHIP成形で完成できるという利点がある。

### 4.2.5 新粉末加工技術

#### (1) 焼結鍛造

焼結鍛造は1960年代の終わりからのトピックスであつたが、期待された程急速に伸びなかつた。しかし最近になつてようやく本格化し、1983年には約1200tの生産量に達した。

焼結部品は多孔質であるために靱性に欠けるという弱点を持っているので、熱間で鍛造して空隙を潰すことによつて靱性を上げようとしたのが焼結鍛造である。当初は焼結プリフォームを従来法で作リ、再加熱して鍛造する方式が取られた。しかし、経済的観点からプリフォームを焼結炉から熱いまま取り出して、ロボットで自動搬

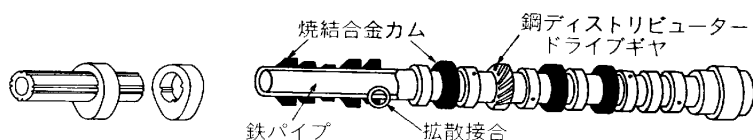
送して鍛造する方式が多くなつた。単に空隙だけを潰すホットコイニング方式と、材料流れを生じさせる鍛造方式がある。実際には両方式の中間が取られている。焼結プリフォームの重量制御がよいことから密閉鍛造が容易になり、歩留りよい生産が可能である。

焼結鍛造は経済的であると注目されたが、最初に過大評価されたきらいがないでもなく、問題点の克服に時間がかかつた。低合金鋼粉のコスト高、焼結プリフォームと溶解材との変形過程の相異、欠陥として残留する空隙や割れ (特に表面)、機械的性質 (特に靱性) や焼入性の不足などの技術的問題も逐次解決されてきた。経済的環境も回復し、新自動焼結鍛造ラインによる生産がなされるようになった。

わが国ではオートバイ部品、工具、農機具部品などの焼結鍛造品が生産されてきたがそれほど伸びなかつた。大衆車用エンジンのコネクティングロッドが、1981年から量産されるようになって期待されている。経済性の点から、省エネルギー、製品重量ばらつきの低減で効果があげられている。オートマチックトランスミッションのワンウェークラッチアウトレースにも適用されている。米国では、オートマチックトランスミッション部品やトラック用大型ローラーベアリングのレースで成功し、年産12000tに達しており、世界的に見ても今後期待されている技術である。

#### (2) 焼結接合

成形プレスの制約から作れないような複雑形状の部品を、分割して成形後組み合わせて焼結接合で一体化できるように、形状の自由度を増すことが可能になつた。成形体を組み合わせた後、銅ろう材を接合面において融点以上で焼結すると、ろう付けと同時に溶融した銅は焼結体の空隙に浸透して強化されるのがろう付け法である。自動車のウインドウレギュレーターピニオン、パワーステアリング用コンプレッサのサイドプレート、カーエアコンプレッサーロータなどが生産されている。もう一つの方法は組み合わせ接合法である。焼結体を単なる焼きばめでは十分な強さが出ない。そこで、別々の成分の成形体どうしを嵌合させた後、焼結時の膨張収縮による寸法変化を利用して、焼きばめと同じ効果を持たせると共に拡散接合させる方法である。複写機のクラッチ部品などに実用化されている。



(a) カムパイプへのカム嵌合

(b) 焼結接合中空カムシャフト

図 4.2.6 焼結接合中空カムシャフト

焼結材どうしだけでなく、焼結部品と鋼材との焼結接合も可能である。従来鋳鉄で作られているカムシャフトを、図 4.2.6 に示すような鋼製パイプと焼結カムピースの焼結接合で作ったものが実用化された。両者を嵌合させた後、カムピース材料から出る Fe-C-P 共晶の液相を利用して鋼管に接合する方法が取られている。従来の鋳造カムシャフトに比較して 26% (0.9 kg) 軽量化し、摩耗量は 1/7 に改善された。中空鋼管の中にエンジンオイルをとおして供給できるメリットもあるということである。

### 4.3 塑性加工

#### 4.3.1 展望

この 10 年間の塑性加工技術の発展をふりかえると、生産性、品質および歩留りの向上、省力、省エネルギー、高級品質化を目標としているのは従来と変わらないが鉄鋼生産量の伸び悩み、中・後進国の追い上げなどの危機感から、その目標への積極的な挑戦がなされ、飛躍的な技術進展がなされた。1975 年までの 10 年間は加工技術のポテンシャル蓄積の時代であり、その後の 10 年間はそれが実りつつある時代と言える。上記目標を達成するためには基礎技術、機械および電気を含めたハード技術、計測技術、システム技術などの各技術の発展とそれらを取り扱う人間の質的向上がうまく整合する必要がある。日本ではその整合性がよくとれており、その結果日本の塑性加工技術は世界の最高水準に達し、日本独自の技術が世界に輸出されるようになった。この傾向は今後ますます進むものと思われる。各分野の詳細は各章に譲るとして、以下にトピックス的な技術を中心に各加工分野を展望する。

##### (1) 板圧延

連铸の普及とあいまって各工程の連続化、徹底した歩留向上技術が指向されている。

熱延では連铸—熱延連続化の動きが盛んで、それに伴い圧延での幅集約の各種技術が検討され、実用化されつつある。連続化技術に必要な熱延仕上げミルのスケジューリング緩和技術も一部実現されている。そして歩留向上の観点からクラウン、平坦度制御のための仕上げミルへの新型圧延機の採用、板幅精度向上のための粗圧延機の自動板幅制御の普及、板厚精度向上のための仕上げミルの油圧化、ルーパ改造などが着実に実施されている。

冷延においては、酸洗とタンデム、または更に連続焼鈍炉との連続化も実現した。そして新型圧延機の導入も活発で、形状制御の普及、高圧下圧延技術へと進展している。また計算機の発達に伴い制御のデジタル化が進め

られ精度向上に貢献している。古くて新しい問題である潤滑も基礎研究および操業管理技術において着実に発展している。

厚板圧延においては新しい平面形状制御技術が活発に開催されるとともに油圧 AGC (自動寸法制御) の採用、計算機の高度化およびスラブ品質の向上などにより飛躍的に歩留りが向上した。工程の省略、製品の高級化要求に対し制御圧延、制御技術が確立された。

##### (2) 線、棒、形鋼、鋼管の圧延

主な技術の発展は計算機による自動化の普及、高速化、寸法精度の向上であろう。線棒の径変動を少なくするため連続圧延での無張力制御が開発された。そして孔型設計の CAD システムが普及しつつある。グループプレス圧延も実用化された。

形鋼圧延では基礎理論と実験に基づき H 形鋼、鋼矢板の連続圧延が進み、計算機制御の導入により品質、生産性が大きく向上した。連铸スラブから堅形圧延で生じるドッグボーンを利用した H 形鋼の製造などの新しい技術も開発された。

板圧延に比べて計算機制御が遅れていた鋼管圧延においても計測技術と圧延理論の発達により自動化が可能になった。新しい技術として連铸角ブルームを用いたプレスロールによる穿孔技術の企業化、ストレッチレデュースの先後端肉厚制御などがあげられる。

##### (3) 2 次加工技術

各種溶接鋼管の製造技術においては厚肉、薄肉および大径限界への挑戦、拡大がなされ、また VRF (垂直ロール成形方式) などの新しい製管技術も実現された。品種的には前半の高強度化指向に加えて、後半の高靱性、高耐食性指向へと多様化した。

板材成形分野においては自動車に対するユーザーニーズの変化に伴って以前の成形限界主体の研究からしわ、スプリングバック、デントレジスタンス性、型かじり、面ひずみ等に関する研究へと広がった。

鋼線の線引分野では熱延後の制御冷却、振動酸洗、メカニカルデスクーリング、伸線中の冷却技術等の生産性、加工性、品質向上の技術が開発、企業化された。

##### (4) 将来の展望

上記以外の各種塑性加工分野においても、この 10 年間は実り多い時代であったと言える。今後の中進国の追い上げ、ユーザーニーズの多様化、高級化傾向は変わらず、塑性加工技術に対する要求は、品質、精度、コストの面からますます厳しくなっていくことは確かである。その目的達成のためには各塑性加工領域での精力的開発研究、基礎的研究とともに、製鋼、材料、計測、計算機等の関連技術分野との強い連携がますます要求される。