

第4章 技術の概要

4.1 プレス加工技術

4.1.1 定義と特徴

プレス加工は、往復動を主とするプレスなどの加工機械および型・工具を用いて、金属その他の材料の一部または全面に永久変形を与え、成形、曲げ、せん断、圧縮などの加工を行う加工方法である。

プレス加工は、比較的均一な精度の製品を多量に生産することが特徴とされ、多量生産するため高速化、高精度化、品質の安定化などの要求は高く、プレス機械や加工方法に関する技術開発が相次いで行われている。その例として、トランスファ方式、プログレッシブ方式、マルチスライド方式のプレスなどが挙げられる。また、加工硬化、析出硬化、残留応力などにより材料の材質が変化することも大きな特徴であり、製品の機能を害することも少なくないが、他方では製品の材質改善の方策として活用することもできる。

4.1.2 金属材料

(1) 成形加工

板材や管、棒、プロフィル材などの成形加工には、深絞り、フランジ加工、コルゲート加工、エッジカーリング、型打ちなどさまざまな加工形態がある。

深絞りは、板材をポンチとダイスを用いて、継ぎ目のない底付き容器に成形する加工方法であり、その製品形状には円筒や角筒のような単純なものから、自動車のボディのようなものまで多種多様である。

フランジ加工は、成形品の装飾、剛性向上などのために用いられる。単純な曲げによる直線フランジ、曲げに加えフランジ周方向に伸ばされる伸びフランジ、周方向に圧縮される縮みフランジ、多段に成形されるジョグールド・フランジなどがある。矯正加工は成形加工時の曲りを除く加工で、主に比較的少量の厚手鋼板や大形の管材、型材に使われる。

コルゲート加工では材料を波形に成形し、エッジカーリングでは縁の処理を行う。また、型打ちでは、板材の表面に模様などを刻印するコイニングなどが行われる。

(2) 曲げ加工

曲げ加工は、突曲げ、押え巻き、送り曲げの3つの形態に分類される。

突曲げによる曲げは、一对のポンチとダイスで加工する方法で、プレスあるいはプレスブレーキによる板材の曲げはほとんどこの形態に属し、製品の形状寸法に応じて型を選定して行われ、広範囲にわたって適用されている。長尺物のV曲げ、U曲げなどの曲げは、一般にプレスブレーキで行われる。

押え巻きは、固定工具のまわりを移動する押え工具によって、材料を固定工具の丸み部に押し付けながらなじませる方法で、管や型材の曲げによく用いられる。

送り曲げは、複数のロールにより素材を送りながら加圧して連続的に送り方向に曲げる方法で、大口径管への曲げやスパイラル溶接鋼管の製造などに用いられる。

(3) せん断加工

せん断加工は、ほとんどの場合、被加工材料を破壊領域まで持っていき、2つ以上に分離して製品とする加工方法である。プレス機械で作業が行われ、また曲げ、絞りなどのプレス加工と組み合わせて作業されることが多いので、切削分野よりも塑性加工分野で多く取り扱われている。せん断加工は打抜き、穴あけという名称で板金部品の製作や、他のプレス加工部品用ブランクの製造などに大量に行われており、プレス加工の中で重要な地位を占めている。一般に、打抜き加工では元の材料から分離した材料を使用することを目的とし、穴あけ加工では穴の残った方の材料を使用することを目的とする。ニプリング加工は、この穴あけを利用した加工方法で、パンチの上下運動を連続的に行い、板材を平面内に移動させながら細かく連続して穴をあけ、所望の内形あるいは外形の形状の物品を製造する加工方法である。

(4) 圧縮加工

圧縮加工は、材料を型や工具を用いて圧縮し、高さ、厚さ、直径あるいは幅を変化させて所望の寸法や形状の物品を製造する加工方法である。

圧縮加工の一加工形態である押し出し加工は、金属材料を型内に挿入し、押し出し用工具で軸方向に加圧し、型のすきまより材料を流出させ成形する加工法である。熱間押し出しは、高温下で行われるため材料を大きく変形させることができ、しかも複雑で不規則な断面形状の物品を成形することが可能である。

また、圧縮加工の鍛造には、室温において材料を成形する冷間鍛造と、金属の再結晶温度以上で成形する熱間鍛造、およびその中間の温間鍛造がある。冷間鍛造は、寸法精度が良好で加工硬化による強度向上などの利点があり、くぎやボルトなどの小さなものの製造から、自動車駆動軸、圧力容器などの大きな部品の製造まで幅広く用いられている。熱間鍛造は、加熱することにより塑性加工が容易になり、内部組織を改善することができるが、寸法精度、表面あらさには制限があり、最終製品として満足できないものは切削加工などが必要となる。温間鍛造は、冷間鍛造での強度や精度、熱間鍛造での加工容易さなどを合わせた長所があり、ステンレス鋼や耐熱鋼などの冷間では成形困難な材料も加工できる。

(5) 粉末加工

金属の粉末加工では、鉄、銅、タングステンなどの粉末を金型に供給し圧縮成形が行われ、自動車部品、家電部品、OA部品、工具などさまざまな物品が製造されている。例えば、ダイヤモンド砥石は、鑄鉄粉とダイヤモンドの砥粒を混合したものを金型で押し固め、高温で焼結して造られる。成形には粉末成形プレスが用いられ、チタンなどの難加工材では、冷間静水圧プレス成形（CIP）や熱間静水圧プレス成形（HIP）が用いられる。

CIPは、量産には不向きであるが、ゴム型を用いるため型費が安価で多種少量生産にも対応でき、複雑形状品の製造に有効である。また、成形強度が高く、密度のばらつきが小さいなどの利点を有している。一般に、無加圧下で形成された焼結材には空孔が存在し、衝撃特性や疲労特性などに悪影響を及ぼす。この空孔を除く手段として、温度と圧力の相乗効果を利用したHIPが用いられる。HIPには、金属カプセル内に材料を封入して圧縮するカプセル法と、直接圧縮するカプセルフリー法がある。

(6) その他の加工

矯正は、成形品の形状や寸法、表面状態などを所望の条件内に収めるための加工方法であり、能率向上のために他のプレス工程内に組み入れられることが多い。

接合は、はぜ折り継ぎやリベッティングなどの成形接合のほか、適切な温度、圧力条件下で生じる固体拡散現象を利用した圧接があり、溶接やろう付けに比べて能率がよい。

4.1.3 非金属材料

(1) セラミックス系材料の加工

プレスによるセラミックス材料の主要な成形法には、型を用いて材料を圧縮成形する金型プレス成形法やラバープレス法（静水圧成形法）あるいは材料の可塑性を利用する押し出し成形法などがある。

金型プレス成形法は、広く用いられる方法で、比較的単純な形状の小型製品の成形では、他の方法に比べ非常に効率がよい。金型に顆粒状のセラミックス粉体を充填し、上型で圧縮成形した後に成形体を取り出す。粉体は流れやすく均等に充填するので、圧力が均等に伝えられ、高密度で均質な成形が行われる。

圧縮されたセラミックス粉体の充填密度に方向性があると、方向により焼結時の収縮率が異なり、最終製品の形状精度の確保が困難となる。ラバープレス法はこれを解消するために用いられる。顆粒状の粉体をゴム性の型に充填し、型内を真空に保ったままで液体中に入れ、静圧を上昇させて成形することにより、高密度で方向性の無い成形体を得ることができる。

押し出し成形法は、セラミックス粉体と水を混合して懸濁体をつくり、水分を蒸発させて可塑性を示す状態にし、空気を除去した後、所望の断面形状の穴が貫通した型に通過させて、管状や板状の成形体を得る方法である。

電子回路用のセラミックス基盤のグリーンシートの穴あけでは、粉塵除去など精密加工のための細心の注意が配慮されている。

(2) ゴム系材料の加工

ゴム材料の成形は、一般に材料を型内に配置して加硫・加熱し、内型と外型とで圧縮して行われる。材料は、シートまたは粉末状のものを使用するもの、予め接着処理されたソリッドタイヤ用ベースバンドを下側の金型に装填するものなどがある。型代が高いので、生産数量が多く寸法精度の高い物品を製造する場合には、機械加工など他の加工方法よりも有利になる。最近、建築分野で注目されているものとしては、薄いゴムシートと鋼板を交互に何枚も重ね合わせて積層し一体加硫成形した免震ゴムがある。

ゴム板に穴をあける場合には、鉄型か木型を用いる。木型は製作が安い。一方、鉄型は作業能率がよいので、生産量を確保できれば有利となる。

(3) ガラス系材料の加工

ガラスの成形は、プレス成形とブロー成形が主要な成形方法である。

プレス成形は、金属製の凹型の中に溶けたガラスを入れ、上から金属製の凸型を押しつけることによりガラスを成形する方法で、肉厚製品の成形に適する。ガラスの全表面が金型と接触するので、表面光沢は多少鈍くなるが、精密な寸法形状をもったガラス製品を得ることができる。皿や調理用耐熱ガラス鍋、コップ、灰皿など多くの家庭用品が造られているほか、IT分野で用いられる光ファイバー、マイクロレンズ、エレクトロニクス分野で用いられるディスプレイ用基板ガラスやガラス磁気ディスク、バイオメディカル分野で用いられる抗菌ガラスなどさまざまな分野におけるガラス製品の製造に活用されている。

ブロー成形は、びんなどの上方が狭くなった中空ガラスを製造する方法である。外面は金型で内面は空気により成形する。成形時間は長くかかるが、薄肉成形ができるのが特徴である。

ガラス材の穴あけは、脆性材料であるためにいろいろな工夫がなされており、加工時に薄板ガラスをたわませたり、上下のポンチで材料を挟んで穴抜きするなどが行われている。

(4) 植物繊維系材料の加工

植物繊維系材料には、木質単板や木質系複合材料である合板、集成材、LVL(単板積層材)、強化材(硬化積層材)、WPC(木材・プラスチック)、パーティクルボード、繊維板、あるいは紙、不織布、合成紙、繊維製品などがある。

木質材料は、単板や合板という形態が多くみられる。単板は木を製材して薄くしたものであり、合板は単板同士をあるいは単板とランバーコア(芯板)を接着積層したものである。加工方法は、常温接着で用いられるコールドプレスと、熱圧接着で用いられるホットプレスとがある。ホットプレスは、曲がりなどの形状の矯正や材料強度の向上、あるいは間伐材を繊維状に切断したストランドの板材成形などを目的として用いられる。また、穴あけでは、ロータリパンチにより同時に複数の穿孔するものもある。

紙の加工では、抄紙機の搾水にニッププレスが用いられている。

(5) 廃棄物系材料の加工

固体廃棄物の処理の手段として、破碎処理、焼却処理、あるいはプレスによる処理などがある。せん断破碎、圧縮破碎、衝撃破碎などの処理により細かく破碎処理したり、廃棄物を燃焼してから適当な場所に埋め立てる。下水などに含まれる汚泥など液体廃棄物の処理には、乾燥、焼却する前の脱水・ケーキろ過にフィルタープレスが盛んに使用される。汚泥をろ布を介して、ろ板にはさみこみ、ろ板を圧搾することにより脱水を行う。

(6) プラスチック系材料の加工

プラスチックの圧縮成形は、顆粒状または固形状のプラスチックを金型に入れ、熱と圧力をかけて成形する方法である。顆粒状の材料を金型に充填し加熱、加圧して所望形状の物品を成形したり、織布などに熱硬化性樹脂を含ませ重ね合わせて多段加圧し、電気絶縁材料や化粧板などに広く用いられている積層板を製造したりする。

プラスチックの穴あけは、厚さのある積層板などでは、材料を上下のポンチで挟んで

同期的に作動させて行う。一方、フィルムのような薄いものは、パンチによる連続的な穿孔などによって行う。

4.1.4 これからの動向

プレス加工のこれからの技術的な発展の方向を大別すると、高精度化、能率向上、新素材の開発が挙げられる。

高精度化についてみると、従来はプレス機械と金型と材料の精度を厳密に維持しながら高精度の加工を行ってきたが、サーボプレスの出現により加工速度や位置決め精度を高レベルに制御することによって高精度の加工を可能とした。また、板厚一定を原則としていた技術から板厚を積極的に変える工法もみられるようになった。

能率向上は、従来機械加工していたものをプレス加工したり、複数部品を一体化することにより加工能率の向上を図ることができる。また、絞りや打抜きなどの板金成形と冷間鍛造を組み合わせた複合成形による加工も一つの方法である。

さらに、新素材の開発もこれからの課題であり、チタンなどの難加工材の成形や静水圧プレスなどの超塑性加工分野の加工技術の開発も積極的に進められている。