

変形加工

素形材

圧延

プレス加工

鍛造

型鍛造

曲げ、絞り

管の製造、曲げ

引抜き、押出し

冷間加工、熱間加工

自動車部品適用例

市場

課題、キーワード



刀鍛冶 - Wikipedia



目玉クリップ



新幹線先頭構造体－川崎重工外板曲げと板張

素形材

素形材産業：自動車をはじめ多くの工業製品は素材に形を与えたパーツを組み立てて作られている。素材に形を与えることを“**素形材**”と呼び、その良否によって「もの」の機能や性能が決定する。素形材には、銅、鉄、アルミニウム等が多種の金属が使われ、その使用目的に合った加工方法が大切

金属の変形加工 (塑性変形加工)：圧延、プレス、鍛造、引抜き等の加工は、金属に弾性変形の限界の応力を超える力を加えて金属に塑性変形を起こさせて必要な形状を得もの。ただし過大な応力をかければ金属は破壊を生じる

物質の3大材料：

金属、
セラミックス、
高分子

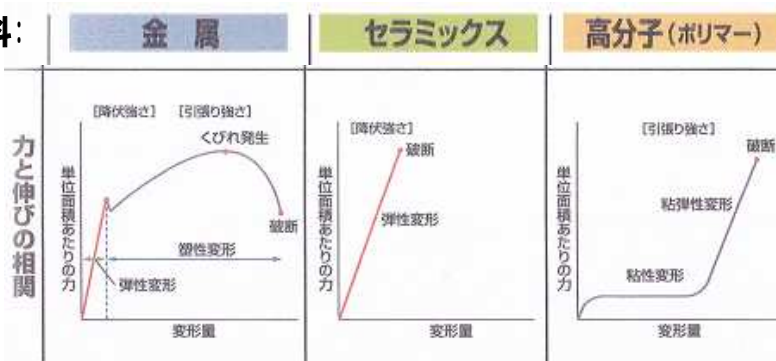


図61-1 3大材料の変形特性

表61-1 金属加工の種類 ①④

1. 原料→金属素材	鋳造、粉末成形
2. 材料→半製品	圧延、鍛造、押出し、引抜き、切断、熱処理
3. 半製品→製品	プレス加工ー曲げ、絞り、張出し
	機械加工ーせん断、切削、研削
	切断、接合ー溶断、溶接
注) 半製品：鋼塊から圧延、鋳造、押出しなどの塑性加工で製造した、板、棒など一定の断面を有した長尺もの	

表61-3 金属塑性加工の3要素

材料	鉄鋼、ステンレス鋼、銅・銅合金、Al・Al合金、超硬合金等
工具	金型、ハンマー、ダイス、砂型等
造形機	プレス機、バンダー、鋳造機、旋盤、溶接ロボット等

注) 赤字は塑性加工関係

製品 (部品)
製造の手法
①

1. 除去 — 切断、溶断、エッチング
2. 付加 — 溶接、接着、表面処理、組立て
3. 変形 — 鍛造、塑性変形、粉末成形

表61-2 素形材産業のSWOT分析 ⑫

外部環境分析	機会 (Opportunity)	脅威 (Threat)
	海外諸国の急激な成長 ●アジア等の成長市場に隣接	国内事業環境の悪化 ●労働力資源の減少 ●国内需要の減少 ●円高の進行 産業構造の変化 ●組立産業の海外展開 ●コスト競争力の激化
自己分析	強み (Strength)	弱み (Weakness)
	企業規模が小さく、プレーヤーが多い ●オーナー経営が多く意思決定が迅速 ●小回りのきく機動力 自動車依存と低い営業力・提案力 ●営業費用などが少ない	← 同左 ●企業淘汰が進まない ●資本力が小さい エネルギー多消費 ●エネルギー価格の高騰 ← 同左 ●下請企業が多く提案力が弱い ●受注産業で仕事量が不安定 人材確保 ●中核人材の急減 ●3K事業で若年者確保が困難

機械 プレス	C型プレス	パワープレス、ギャッププレスなどと呼ばれ、最も汎用性の高い作業性のよいプレス。一般的には一体構造のため能力2,500kNが限界
	ストレートサイドプレス	門形や四柱式と呼ばれる組立て式のフレーム構造で、4本の柱のなかにスライド・ボルスタがある剛性の高いプレス。能力2,500kNを超える中・大形プレス
	トランスファプレス	主に門形のフレーム構造で、一台のプレスに複数の金型を装着して、多工程の連続加工を行うトランスファ装置が組み込まれたプレス
	高速精密自動プレス	主に門形のフレーム構造で、高速 (300spm～数千spm) で順送加工をおこなう高い剛性と精度を備えたプレス
	サーボプレス	サーボモータの駆動により、スライドの速度やモーション設定が自由にでき、部品精度、難加工材の成形、金型寿命、生産性の向上が図れるプレスで、急速に普及が進んでいる
	粉末成形 (メタルパウダー) プレス	金属粉末などを圧縮成形するプレス
	インクリメンタルフォーミング機 (ダイスNC加工機)	金属NCデータに基づき、移動工具で等高線を描くように素材の金属板を押しつけ逐次的に製品形状に成形する機械。本加工法ではプレス金型が不要
	冷間鍛造プレス	冷間鍛造はシートメタル成形と比較して変形抵抗が高いため、集中荷重にも耐える高い剛性と高い作業エネルギーを保有する機械プレス。機械式と油圧式がある
	熱間鍛造プレス	難加工材や複雑形状の成形をするため、鍛造素材を800～1200℃前後まで加熱して成形するプレス機械。機械式と油圧式がある
	熱間ばね製造プレス	ばね成形用の専用機
油圧 プレス	スクリュープレス	一組以上の雄ネジと雌ネジをフレーム内で回転させ、加圧力を発生させる形式のプレス機械
	汎用油圧プレス (C形、門形など)	C形や門形のフレーム構造、トップドライブやアンダードライブなどいろいろな種類があり、歴史も古く、深絞りや深曲げなど長いストローク性が特徴
	油圧サーボプレス	サーボモータで直接油圧ポンプを駆動させる油圧サーボプレス
	ファインブランキングプレス	精密打ち抜きを行うため、トリプルアクションの精度の高いプレス。一工程成形や多工程の複合成形も行い、自動車部品からIT部品まで幅広い産業分野の加工を行う
	ダイスポッティングプレス	ダイ (金型) を製作・修理・改造するとき、金型の調整 (型合せ) を安全迅速に行う機能を有するプレス
	ハイドロフォーミングプレス	曲げや口絞りといった予備成形を済ませた鋼管を金型に入れ、液体の圧力によって膨らませ成形するプレス
	粉末成形 (メタルパウダー) プレス	金属粉末などを圧縮成形するプレス

表61-5 板金系機械の種類 (日本鍛圧機械工業会)

プレスブレーキ	長短尺板材の直線折り曲げを行う機械。C形フレーム構造で油圧式が主流だが、サーボ駆動式や機械式もある
パネルベンディングマシン	箱曲げまでを自動的に行えるよう金型を装備した機械。パネルフォーマともよばれる
シャーリングマシン (せん断機)	板材を上下一対の長い切刃で切断する機械。原理的にははさみと同じ。油圧式が主流
パンチングプレス	タレットなどに用意された数十種類の金型を使って切断や成形を行う機械。駆動部はサーボ化が進んでいる。厳密にはプレス機械
レーザ加工機	レーザ光線を熱エネルギーに変換して切断する機械。板金機械の中心機械となってきた
プラズマ加工機	電極とワークの間で発生したプラスアークを高温・高圧のプラズマジェットに変えて切断する機械。厚板切断に特徴がある
ベンディングマシン	曲げ加工を行う機械のなかで、プレスブレーキ以外の専用機をいう
ベンディングロール	2～数本のロールで鋼板などをR曲げする機械
パイプベンダー	管材を曲げる機械
パイプカッター	管材を切断する機械
ロールレベラー	材料の曲がりや歪みを矯正する機械

表61-6 フォーミングマシン (鍛造機、転造機) の種類 (日本鍛圧機械工業会)

ヘッダー	コイル材を素材としてボルト、ナットなどを2～5工程で成形を行う横型の圧造機
(パーツ) フォーマ	主にコイル材を素材として各種の部品を5～7工程で成形を行う横型の圧造機
ワイヤーフォーミングマシン	多工程の線材や棒鋼材の引き抜き、伸線、撚線を行う成形機
伸線機・撚線機	電線・ワイヤロープ・特殊鋼線・タイヤコード・鉄線などの線材等を撚るワイヤーフォーミングマシン
転造機	ねじをはじめウォーム、ローレット、セレーション、スプラインなどを転造ダイスにより成形する機械

●追加・更新資料

鍛圧機械 全会員受注動向 暦年推移グラフ

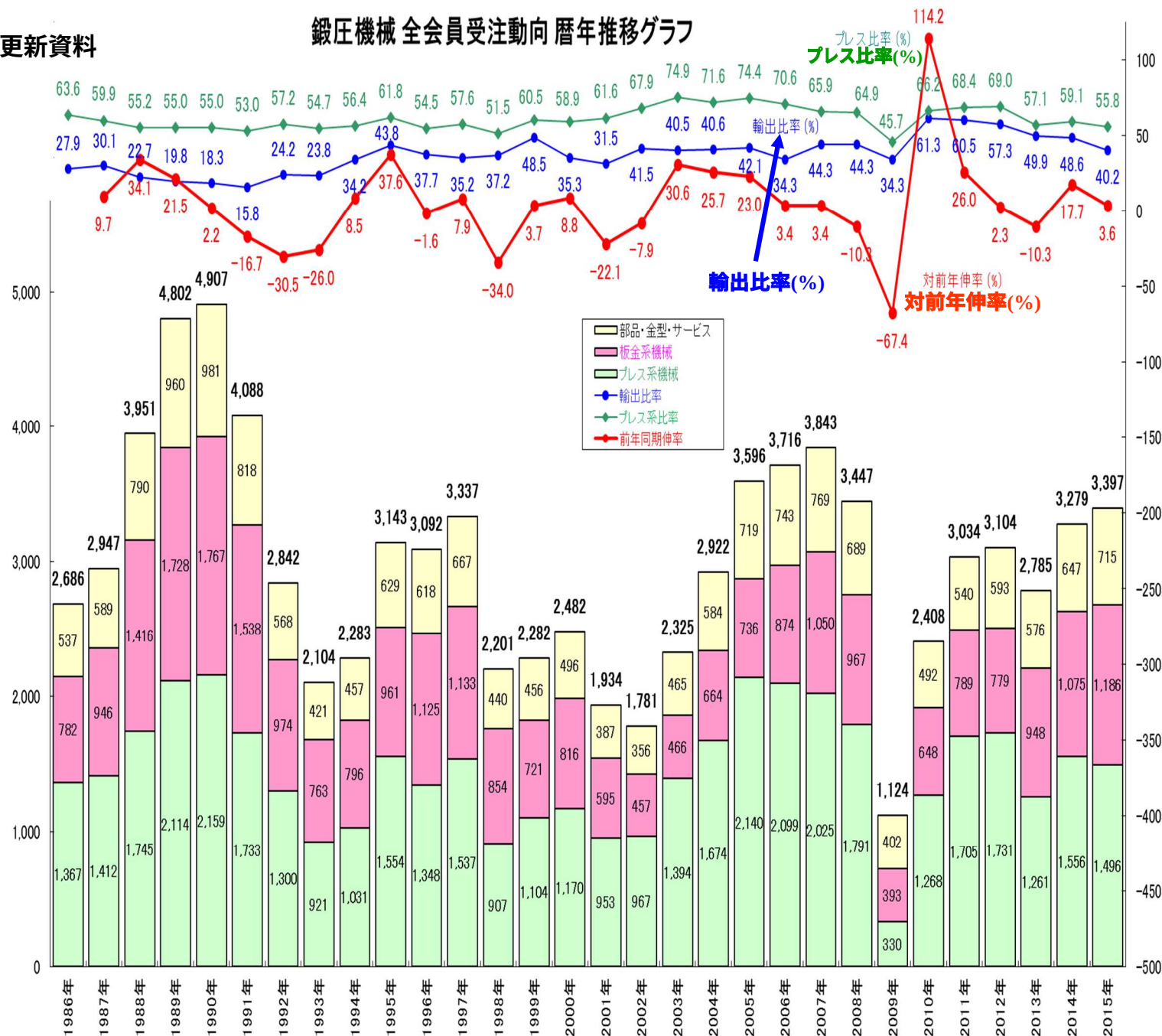


図61-2 日本鍛圧機械工業会会員受注推移 (日本鍛圧機械工業会／2016.1.13)

圧延

圧延: 上下一対の回転するロールに素材を噛み込ませ、圧下し、延ばすことによって、目的の断面形状の半製品にする生産効率の高い加工方法。単に鋼板を薄く引き延ばすだけではなく、型鋼、線条、鋼管を生産する圧延もある

圧延の加圧力が高い場合は、圧延材料の加工時の反力で中央部が反って圧延ロールが逃げて幅中央部が厚くなる変形を生じやすくなる。対策として1対2個のロールそれぞれをバックアップする複数個のロールを設置する場合もある→4段、6段圧延等

圧延機: 圧延加工するための加工機械。バックアップロールのロールスタンド、ロール間の間隙を設定する圧下機構、ロール駆動用のモータと伝達用の歯車機構、ユニバーサルカップリングなどで構成

ストリップミル: 帯鋼を大量に生産する場合には4段圧延機を数台1列に近接配置して1本の素材を連続して一気に圧延する

型鋼圧延: H形、レール等の複雑な断面形状を有する型鋼の生産に使われる熱間圧延

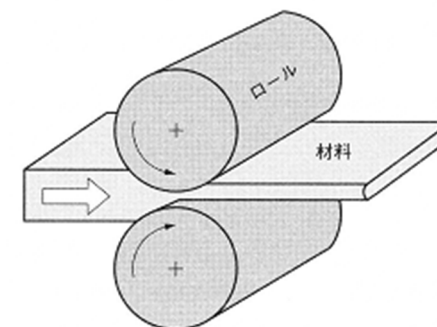


図61-3 板の圧延加工 ⑧

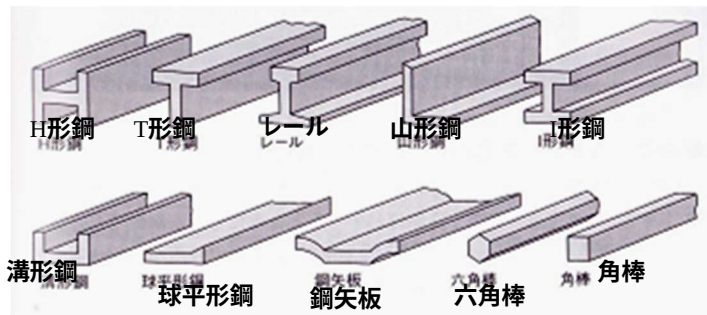


図61-6 条鋼の断面形状 ①

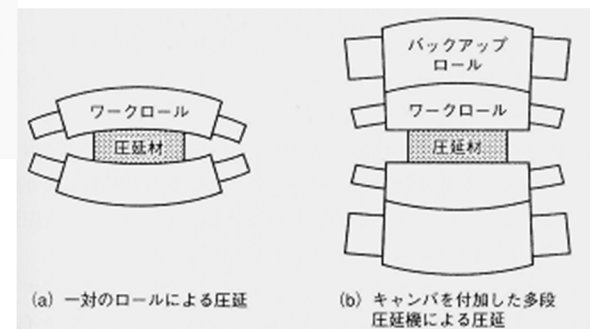


図61-4 圧延ロールのたわみと改善方法 ⑧

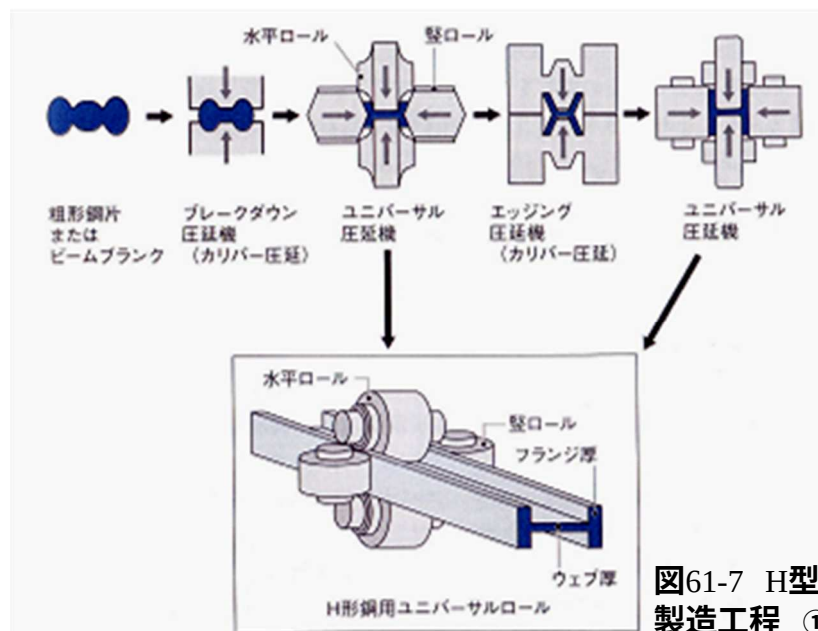


図61-7 H型鋼の製造工程 ①

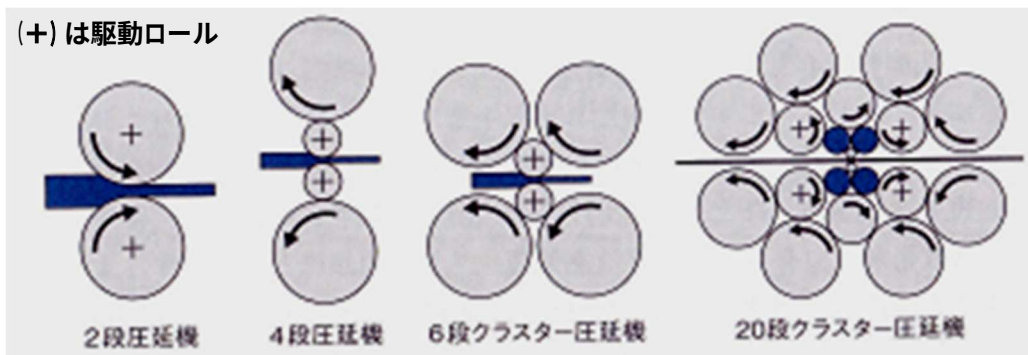


図61-5 各種圧延機のロール ①

プレス加工

プレス加工: おもに金属の板材から成形する加工方法で、金型の形状を材料に転写して製品を作ること。量産に適し、安いコストで生産が可能

プレス機械の主な能力仕様 ⑥

1. 圧力能力—プレスの最大加圧力。フレームのひずみ、金型寿命保護のため、加圧力に余裕を持たせる

2. トルク能力—下死点の位置で発生できる加圧力

3. 仕事能力—スライドが1ストロークの間に放出できるエネルギー。連続加工するとき注目する指標

順送加工: プレス加工の中でもっとも生産性の高い加工方法。ブランクを材料でつなぎ、順次加工ステージに材料を移動して加工していく ⑥

表61-7 プレス加工の利点と欠点 (セキコーポレーション)

利 点	生産性が高い	モールドは1分間に3～10ショットに対し、プレスは40～150ショット
	材料歩溜まり率が高い	平板から作るので、スクラップが少ない。同じ材料で異種品を同時に製作可能
	軽薄短小対応可能	薄板強度が得やすい
	安定した精度の量産が可能	金型精度の転写
欠 点	任意の複雑形状が得難い	平板から作るため干渉する展開図形は不可
	部品点数が増加する	軸を立てる、部品を分割する等が必要になる
	設備が高価	
	作業が危険	
	ある程度の熟練が必要	



図61-8 C型プレス (コマツ産機)

表61-8 プレス加工での不具合現象: ⑥

バリとダレ	ダイの上に置かれた材料に最初にパンチが当たった部分やパンチを通した最後の縁に丸み(ダレ)が発生
曲げのキズと割れ	板の曲げ半径が小さいとき、曲げの外周部に過大な引張応力を発生し、キズや割れが発生しやすい。内側の曲げの半径を小さくしすぎないよう注意
スプリングバックと変形	曲げ加工で材料が金型から離れると加工の戻りや、フランジ部が反るような変形が生じる
絞りのしわと割れ	絞り加工でパンチの型が接する部分では板圧が減少して割れが発生しやすい。また、フランジ部分にはしわが発生
絞りの板圧変化	絞り加工でフランジ部分では外周を縮めながら形状を作るため板厚が増加する部分が生じる

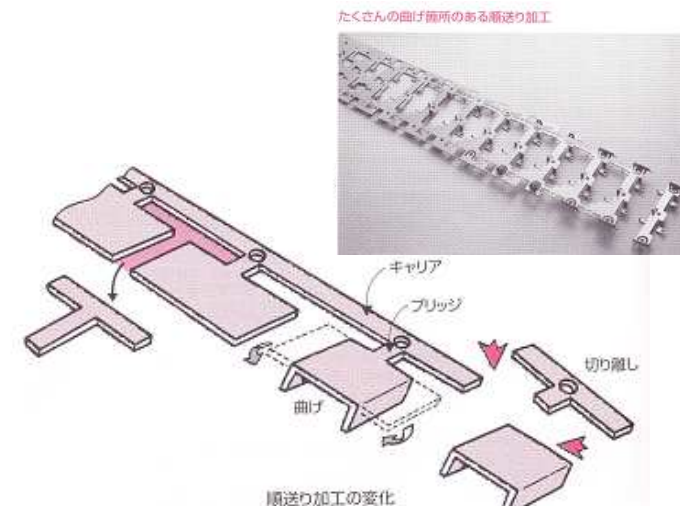


図61-9 順送加工 ⑥

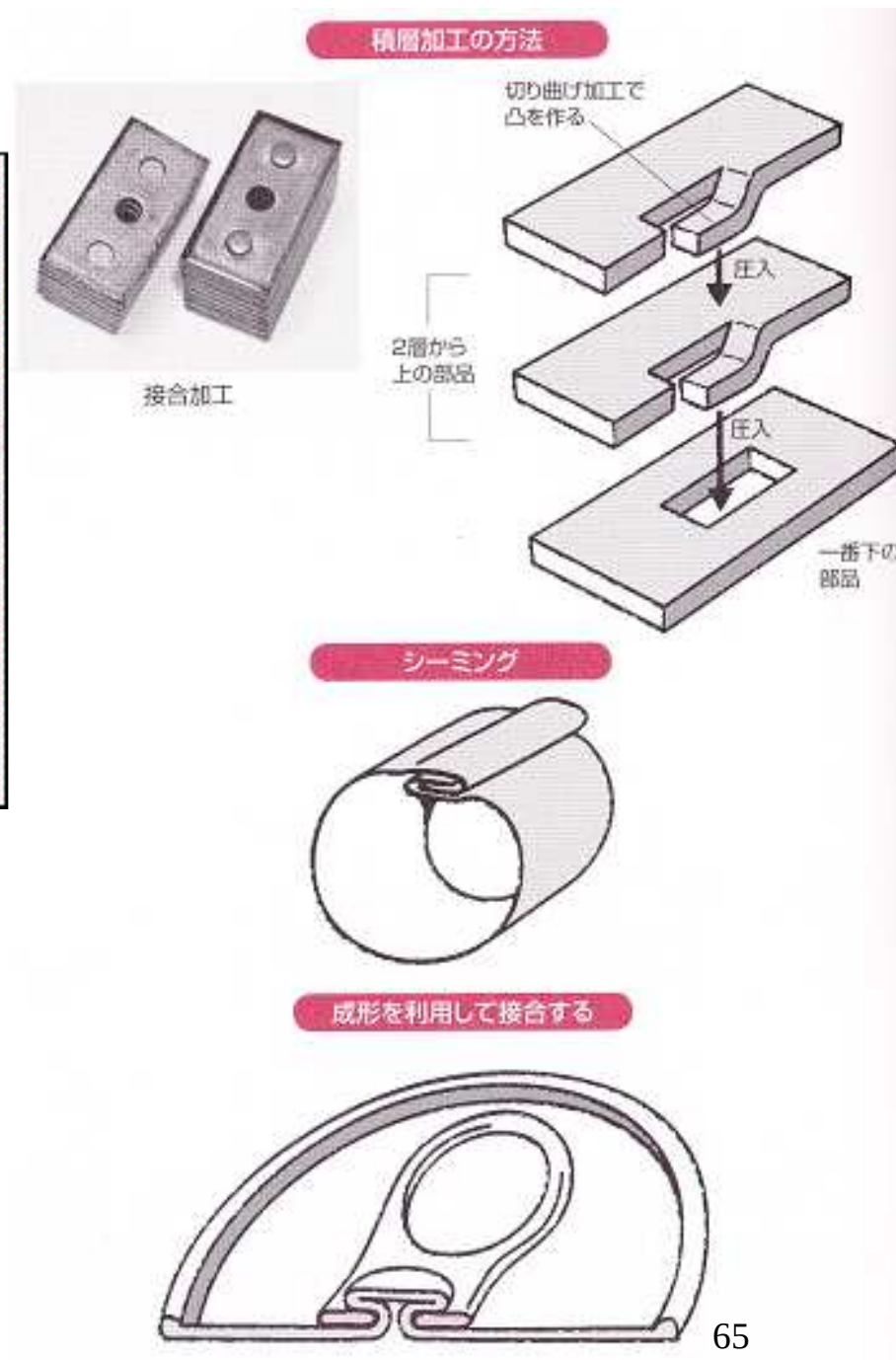
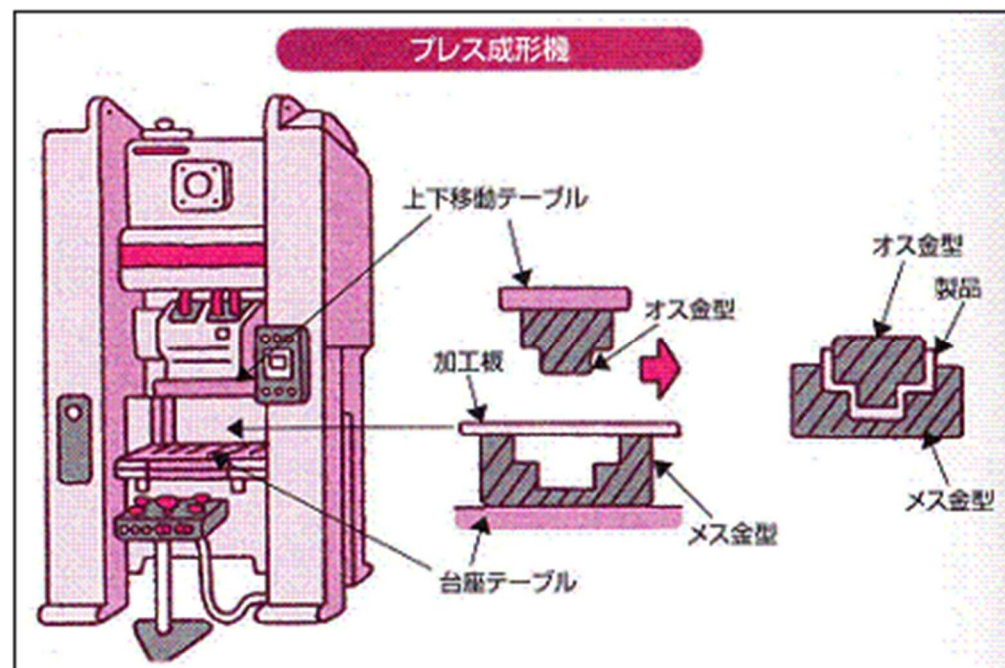


図61-10 プレス成形 ⑥

鍛 造

鍛造 (Forging) : 工具、金型等を用いて、素材の一部または全体を圧縮または打撃することで鍛錬するとともに目的の形状に成形する塑性加工方法。鍛造品は機械構造部品の基礎。自由鍛造と型鍛造とがある

- 鍛造の目的:**
1. 内部欠陥の圧縮や偏析の破壊
 2. 要求材料の強度確保
 - ① 3. 適切な形状への仕上げ

- おもな特徴;**
1. 材料の節約。製品の最終形状に近い形状、寸法に成形、
 2. 工作機械による切削工程が省略または節減できる、
 3. 切削加工の困難な形状のものが量産できる、
 4. 組織が緻密となり、内部欠陥がない、
 5. 引張り強さ、硬さなどの機械的性質のばらつきが少ない、
 6. 製品形状に沿ったメタルフロー(鍛流線)が得られる、
 7. 寸法のばらつきが少ない

表61-9 おもな鍛造加工法 ⑧

加工形式	自由鍛造	据込み
		鍛錬(展伸、実体、中空、穴広げ)
	型鍛造	半密閉鍛造
		密閉(閉塞)鍛造
		押出し鍛造
その他	作業温度	回転鍛造
		冷間鍛造(室温、温間)
		熱間鍛造(熱間、恒温)
		溶湯鍛造
	加工機械	ハンマー(ドロップフォーミング)
		プレス
		ロール鍛造
		高エネルギー速度鍛造



図61-12 冷間鍛造プレス
(アイダエンジニアリング)

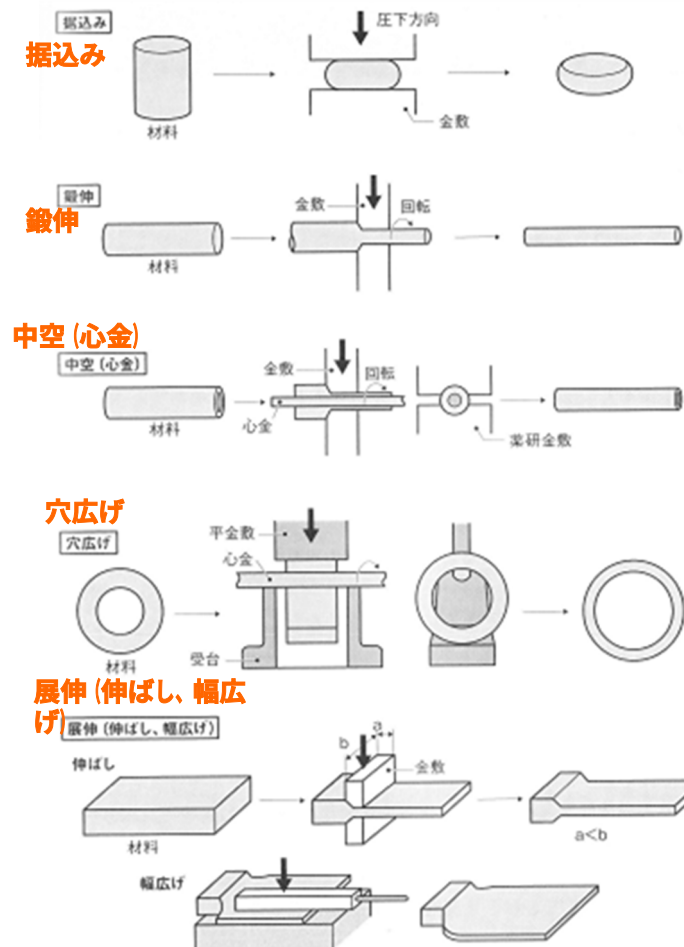
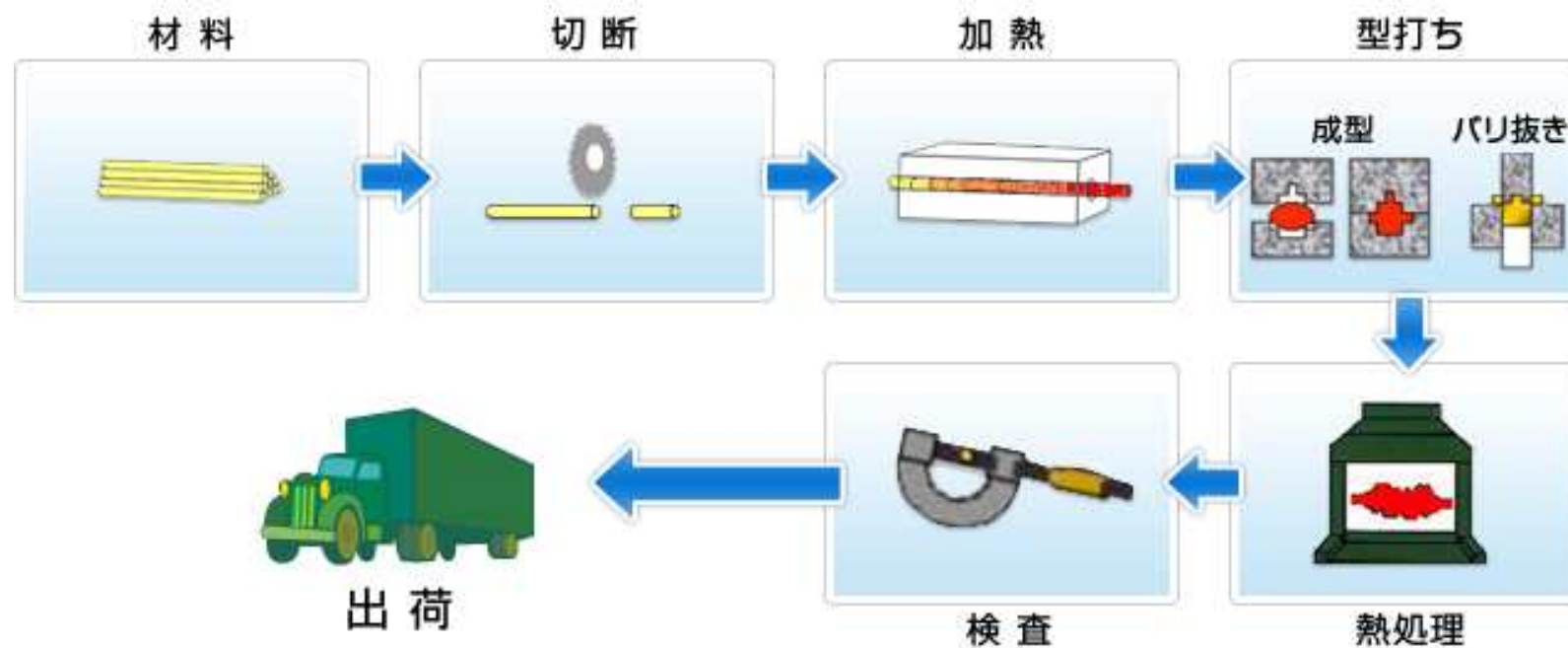


図61-11 自由鍛造の基本形態 ①

自由鍛造—大型部材の製造に用いられ、鋼塊をハンマーなどで叩いて鍛造効果(鍛錬)を第一の目的とする。叩くことにより金属の粘り(靱性)が増し、さらに金属の中にある泡やガスを無くして金属素材の性能を高める。(例;大型ディーゼルエンジンクランク軸、発電用タービンロータ、原子炉容器、圧延機ロール)

●追加・更新資料



身近なところでは高級品
鍛造は文明社会を支えている



図61-13 鍛造の工程 (株)メタルアート

型鍛造

型鍛造：鍛造機械に形状を彫刻した上下一組の金型を取付け、加熱した材料を金型上に置き、打撃加工する方法。寸法精度が高く、量産、複雑な形状の加工を効率よく行うことができる

自由鍛造は刀鍛冶のように、叩く台とハンマーを使うだけで、自由に形を決めることが出来る。但し、同一の製品が造れない。それに対して型鍛造は製品の形を彫り込んだ金型で同じ部品を大量生産するのに適した鍛造方法

型鍛造：量産的な小中型部品に用いられ、圧延鋼材から適当な長さ切断されたもの（ビレット）を使用し、後工程の減少と成形精度に重点を置いた量産部品の製造に向いている（例；自動車部品（クランク軸、コンロッド等）、産業機械部品）

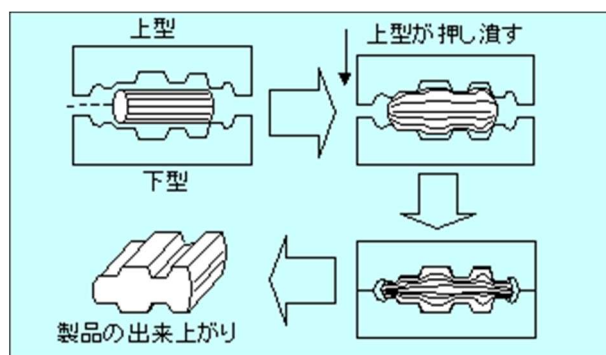


図61-14 型鍛造工程概略図（日進製作所）

エアースタンプハンマ（型打鍛造）：コンプレッサーからの圧縮空気を利用して、シリンダーからピストンに連結されたラム（上型）を上下して行なう型鍛造の機械。熱した材料を鍛錬することにより組織を改良し、機械的性質を改善する



図61-15 エアースタンプハンマ（大智鍛造所）

表61-10 自由鍛造品と型鍛造品の用途例（近畿鍛工品事業共同組合）

用途別	自由鍛造品	型鍛造品
産業機械器具用	電気材料素材、金型材料 シャープレード 圧延ロール、カップリング 発電機軸、水車軸 原子炉用ノズル、フランジ ※ベアリングレース、フック	ベアリングレース、フック コンペアチェン タービンブレード フランジ、バルブ
土木建設鉱山機械用	削岩機部品 ※大型リング	コンロッド、クランク軸 キャタピラーリンク、ギヤ類 ローラ、ベアリングレース
農機具・漁具用	耕うん機つめ	コンロッド、クランク軸 ギヤ類、ベアリングレース
工 具 用	のこぎり、かんな、はし のみ、包丁、石工用具	モンキレンチ、スパナ パイプレンチ、ペンチ
自 動 車 用	※リングギヤ ※ベアリングレース	コンロッド、クランク軸 ロッカーアーム、ギヤ類 等速ジョイント、クラッチハブ ナックル、リヤーアスクル フロントアスクル ベアリングレース タイヤホイール
産業車両自転車用	運搬機用フォーク	自動車用クランク ナックル、リヤーアスクル ガイドローラ
鉄 道 用	主軸、歯車、レバー類 主軸、※タイヤ	タイプレート、クロス コンロッド、クランク軸
港 湾 船 舶 用	コンロッド、クランク軸 ギヤ類、フック、フランジ	コンロッド、クランク軸 ギヤ類、ベアリングレース
その他の用途	航空機部品	航空機部品

●追加・更新資料

熱間加工は加熱により材料を軟らかくした状態で塑性変形するので大きな変形が容易である。一方、冷間（常温）加工では一般に加工後に熱処理を行なうことで結晶組織を制御し、目的とする強度に調整し易い。自動車のボディ、家電品などの鋼板は冷間圧延材を使って成形する

熱間鍛造と冷間鍛造（日進製作所）

熱間鍛造の特徴 材料を真っ赤になるほど焼いて、軟らかくしてから鍛造
・金属を鍛練することにより、高い強度を得ることができる。
・金属を熱して軟らかくしてから鍛造するので、変形抵抗が少なく、複雑形状部品の鍛造が可能。
・他の鍛造方法（冷間・温間）に比べ、最も自由度が高く、安価

冷間鍛造の特徴 加熱無しで常温で行う冷間鍛造

・金属を鍛練することにより、高い強度を得ることができる。
・成型精度が高く、後工程での加工を減らせる。

熱間圧延と冷間圧延（日新製鋼）

熱間圧延—スラブを引き延ばして帯状の鋼（ホットコイル）を作る工程。スラブを1250℃位まで再加熱し、熱い状態で圧延します。粗圧延、仕上げ圧延で何段階も圧延されて厚さ250mmのスラブは、1～3mmにまで薄くなる。圧延された帯状の鋼の長さは2000mにもなり、トイレットペーパーのようにロール状に巻き取られる

冷間圧延—ホットコイルを常温で製品の厚さにまで圧延する工程です。まず、熱間圧延の過程でホットコイルの表面に生じたスケール（鉄の酸化物）を塩酸で洗い落と（酸洗）した後、常温でさらに薄く圧延し冷延コイルを作ります。冷間圧延では何台もの圧延スタンドを並設して一気に圧延するタンデムミル方式と、1台の圧延スタンドを往復させて圧延するリバーミル方式がある

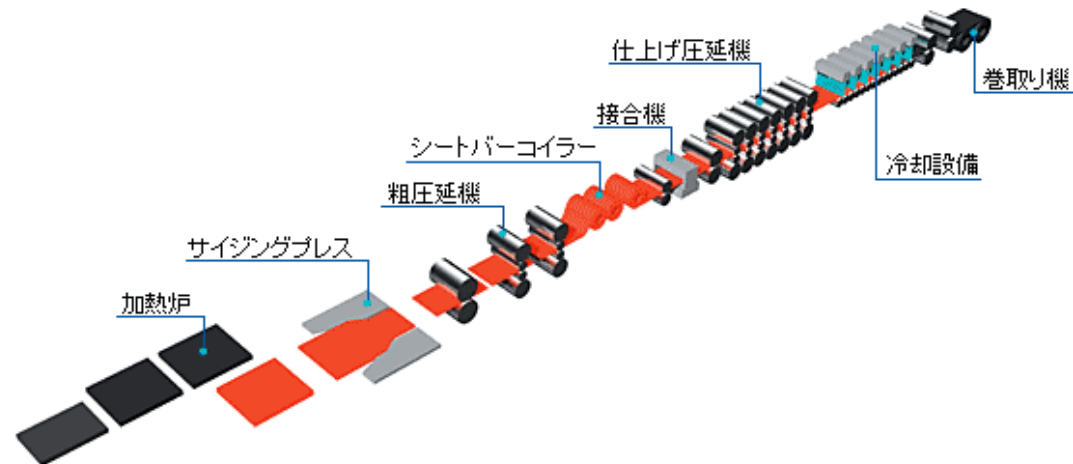


図61-16 千葉No.3全連続熱間圧延機（JFEスチール）

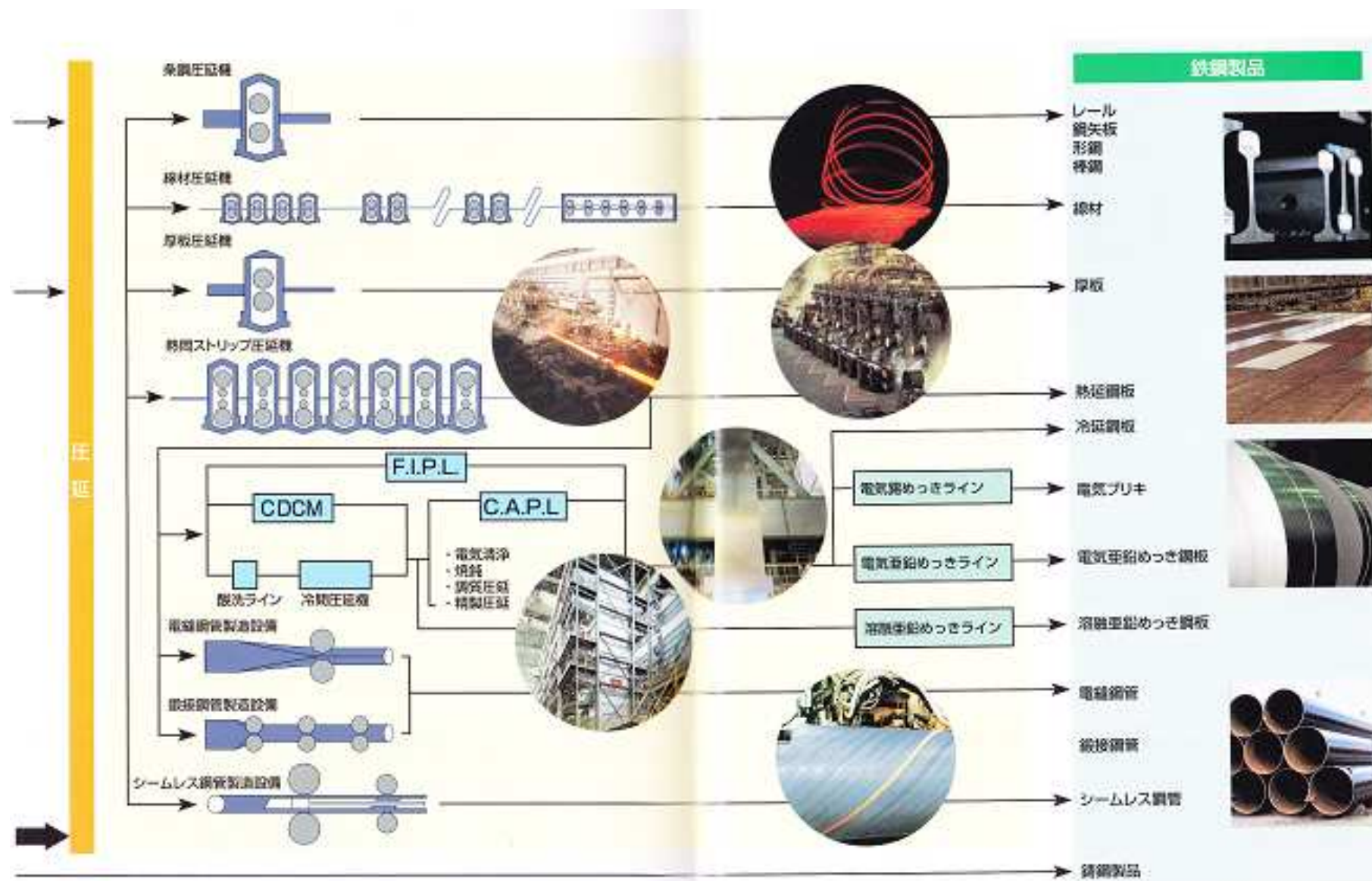


図61-17 熱間圧延工程 (三菱日立製鉄機械株式会社)

曲げ、絞り

曲げ加工は板金成形加工の中でもっともシンプルな加工。特徴は曲げ線が直線で金型に沿って加工される。
絞り加工は金属の薄板から円筒や角変形筒などのさまざまな形状の継ぎ目無の底付き容器状のものを変形加工する方法で基本的にはプレス機械で金型を使って加工する

曲げ加工

曲げ断面形状: 中立軸に対し内側は圧縮応力、外側は引張応力が作用する。曲げ部分において中立軸は板厚のセンターより若干内側にあり、その板厚が減少する

U曲げ構造: 絞り曲げと呼ばれることもあり、曲げ型ではこの構造を採用されることが多い。主な工具は曲げパンチ、ダイ、スプリングパッドで構成

スプリングバック: 加工板が金型から離れるときわずかに生ずる戻り変形

絞り加工

機械加工では「**プレス絞り加工**」と旋盤による「**へら絞り加工**」がある。プレス加工では絞り用のオス・メスの金型に板金を挟み込み数秒でプレス成形する。旋盤を用いた絞り加工ではオス型のための金型を用い、へらで押え絞り込む

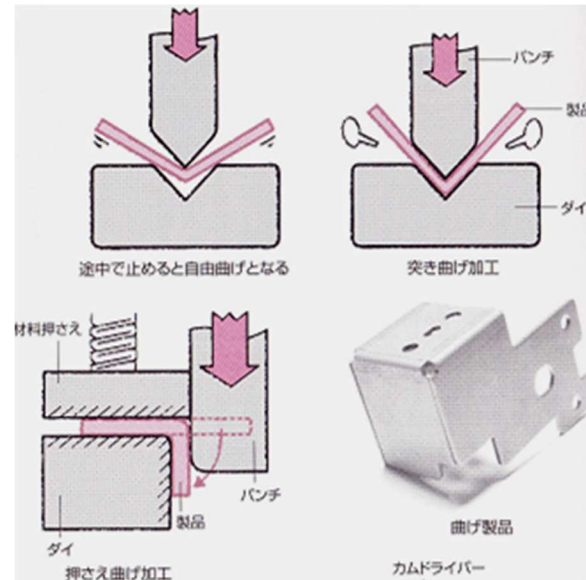


図61-19 曲げ加工の種類 ⑥

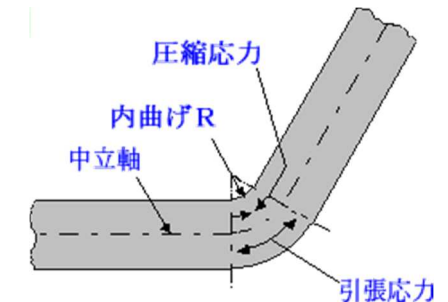


図61-18 曲げ断面形状 (セキコーポレーション)

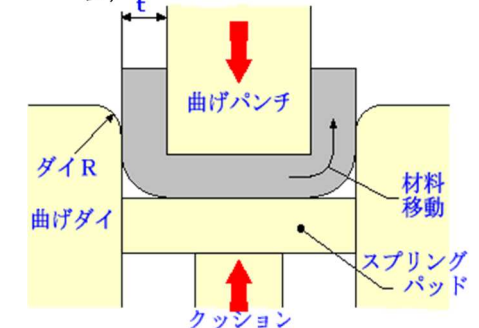


図61-20 U曲げ構造 (セキコーポレーション)

表61-11 プレス絞り加工のメリット、デメリット

メリット	短い加工時間 切削加工に比べ層の発生が少ない 金属組織を切らない加工で丈夫 溶接を伴わず素材の変質が抑えられる 変形量が非常に大きく、加工硬化が大 薄い材料でも丈夫なものができるー軽量化
デメリット	設備・金型投資が必要 少量生産では金型コストの負担が大 切断や曲げ加工に比べて不確定な要素大 材料にかかるストレスが比較的大

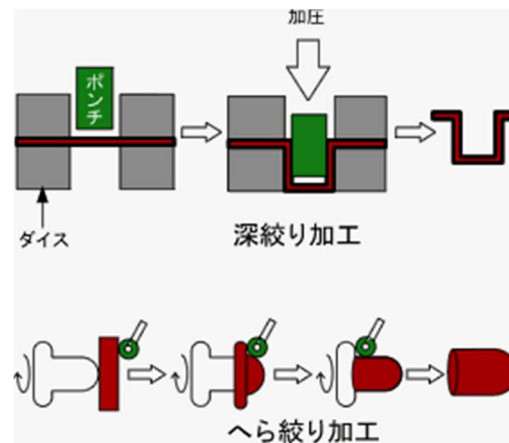


図61-21 深絞り加工とへら絞り加工 (東大阪技術交流プラザ)

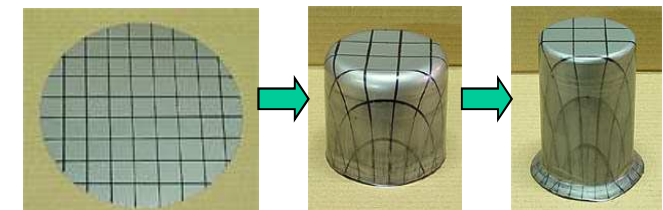
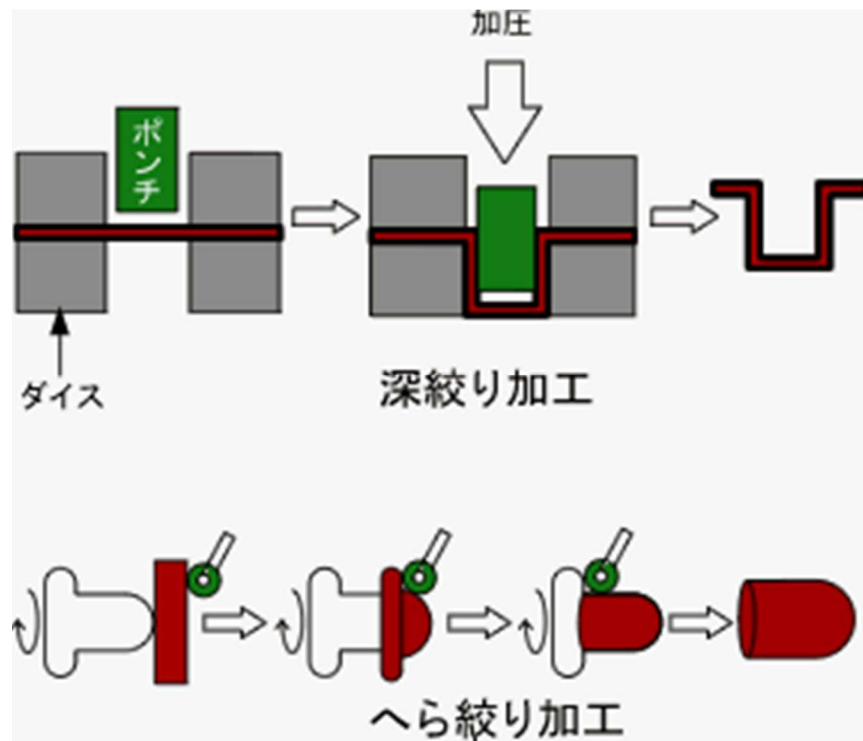
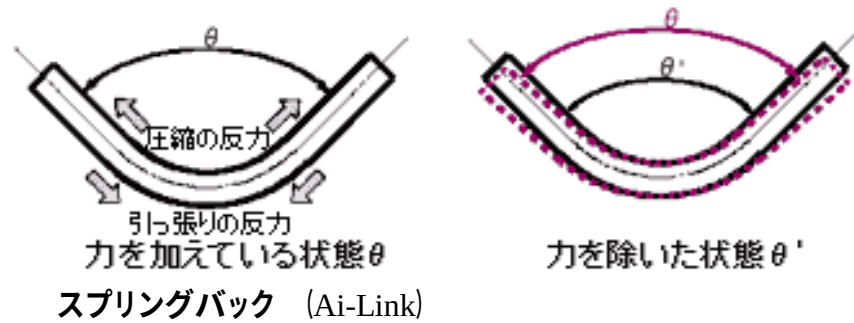


図61-22 絞り加工の手順 (Wikipedia)

●追加・更新資料



(東大阪技術交流プラザ)



へら絞り加工部品例

(箕輪へら絞り製作所)

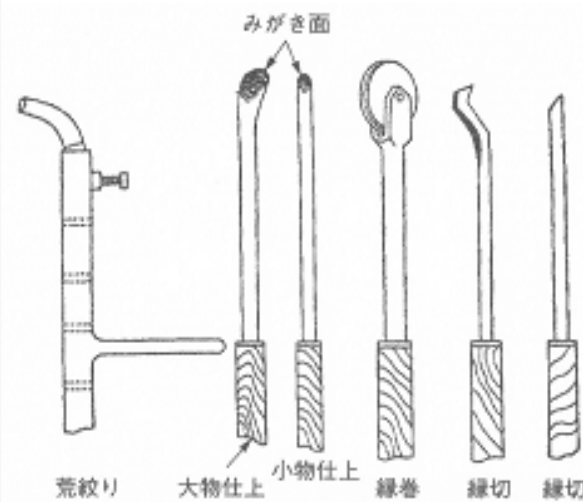


図 8.2 へら棒



図 8.3 へら絞り型の例

図61-23 曲げ加工・絞り加工

管の製造、曲げ

鋼管、銅管等は線、棒、板材を2次加工して生産する。鑄鉄製のほか、小径のものは押出し、引抜きなどでも生産。中空の管の曲げ加工では、内径のつぶれ、曲げの内側、外側に厚肉化、薄肉化の発生防止など棒の曲げ加工より注意が必要

鋼管の製造方法

鍛接鋼管：加熱した鋼帯を引き出しながら、幅方向を円形に変形させ、その両端を高温加熱して弾力に突き合わせ接合し（鍛接）、管状に加工

電縫鋼管：通常は常温の鋼帯を引き出しながら、幅方向を円形に変形させ、局部的に大電流を流して接合部を高温状態にして、押しつけて溶接（抵抗溶接）

継目無（シームレス）鋼管：軸方向継ぎ目が無い鋼管。丸形断面の高温ピレットの中心に金具を「錐揉み」状態にして押しつけて中空とする（マンネスマン法）

アーク溶接鋼管：鋼帯や厚板をアーク溶接して管にしたもの。

UOE鋼管: 厚板をプレス機で「U」次いで「O」字状に成形して、接合部をアーク溶接した後、内側からエキスパンダーで拡張(E)して所定の寸法に仕上げる。直径1500mm前後まで製造可能で、寸法精度が良好で大量生産向き

スパイラル鋼管 鋼帯を引き出しながら螺旋状に整形し、両幅をアーク溶接した鋼管。どんなサイズの管でも製造できる。大量生産向きで、主に土木用

板巻鋼管:厚板を巨大なプレスで円筒状にして、両幅をアーク溶接。小ロット生産で生産向き。大径厚肉品など特殊な管の製造に用いられる。

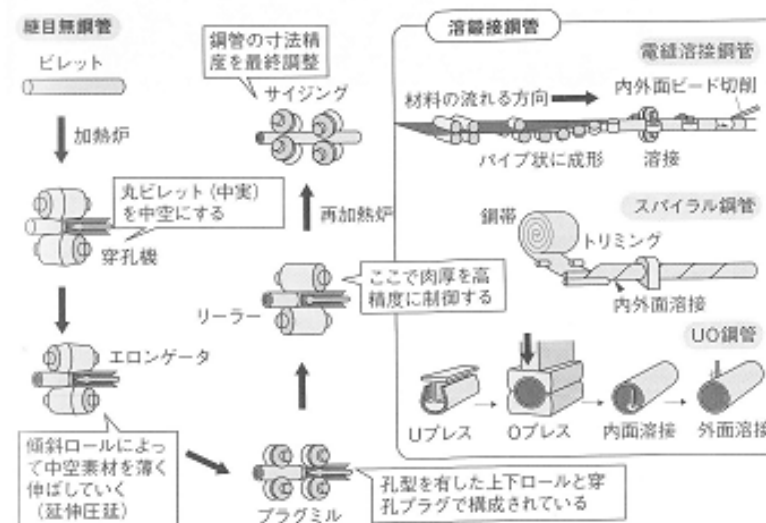


図61-24 各種管の製造方法

管の曲げ

曲げ加工必要なデータ:

1. 管の材質、 2. 外径、厚さ、
3. 曲げ角度、 4. 曲げ半径

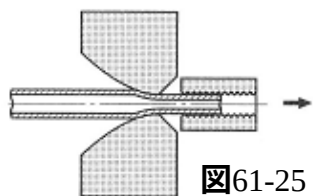


図61-25 引抜き加工

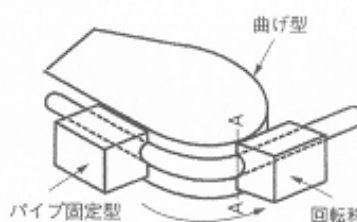


図61-26 管曲げ加工 (武州工業)



図61-27 NCパイプベンダー (大省工業)



図61-28 複雑形状のパイプ
曲げ製品 (武州工業)

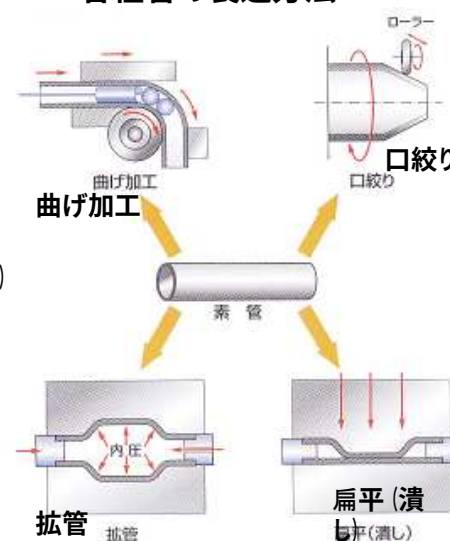


図61-29 鋼管の基本的な利用加工の種類 ⑬

曲げ加工の精度、量産性向上
のためにはパイプベンダを使う

航空エンジンの燃料配管等はエンジン本体取付けに無理なストレスがかからないよう3次元精度を高めた成形が必要

曲げのほかに、径の拡張、扁平化、端部の絞り等の特殊加工方法がある

引抜き、押出し

引抜き加工 (抽伸) : 室温でダイスの狭い穴を通して引抜くことによって加工する方法。**押出加工** : 素材を熱間でダイスの穴を通して押出す方法。引抜きは一般的に押出型材よりも細くて寸法精度がよく、表面のきれいな製品を作ることができる

各種の**引抜き** : ⑧

棒引抜き、線引き—素材を引張ってダイ穴と同じ形状の棒・線にする
管引抜き—筒の中の心金の種類によって各種の方法がある。管長に限界あり
空引き—管の外径を減少する
押し引き—底付きの筒を心金でダイ底に押し込み、外径と肉厚を仕上げる
心金引き—内面寸法を心金によって定める管の引抜き。小径薄肉管の生産用
玉引き—支持棒によって支えられたプラグ (玉) をダイ穴の所定位置に固定して管を引抜く。直径の大きい管の生産用
浮きプラグ引き—引抜き加工中に、プラグが自動的にダイ穴中心に来るように工夫した引抜き法。長い管の生産に適用

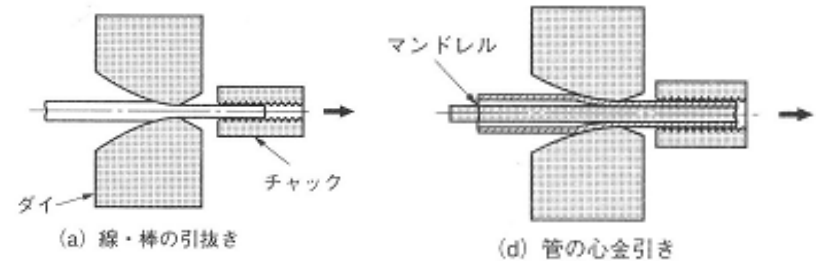


図61-30 引抜き加工の例 ⑧

押出し加工装置各種方式 : (Wikipedia)

1. 容器が固定されていて一方から圧力をかける「**直接押出**」と金型のみを固定して容器全体を移動させる「**間接押出**」
2. **垂直方向圧力**と**水平方向圧力**
3. 駆動力による分類—**液圧式**と**機械式**
4. 押し方による分類—**普通の方式**と**液圧式**。

表61-12 押出しと引抜きの比較 (日本伸管)

加工方法	引抜き	押出し
加工温度 °C	常温	約500
精度 mm	±0.05	±0.25
最小径 mm	Φ4	Φ15
最大径 mm	Φ210	Φ500
最小肉厚 mm	0.4t	1.0t
最小ロット	1kg	200kg
納期 (参考)	10日	45日
強度	○	○
Kg単価	△	△
トータルコスト	◎	×

表61-13 押出成形される主な金属

アルミニウム	300-600 °C
銅	600-1000
鉛とスズ	最高で300
マグネシウム	300-600
亜鉛	200-350
鋼 (炭素鋼、ステンレス鋼などの合金鋼)	1000-130
チタン	600-1000

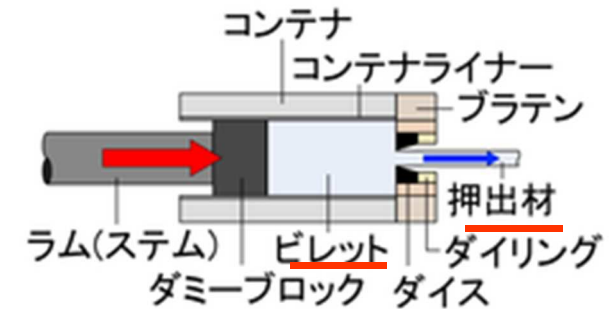


図61-31 押出し加工の例 (Wikipedia)



図61-32 押出成形したAl材 (Wikipedia)

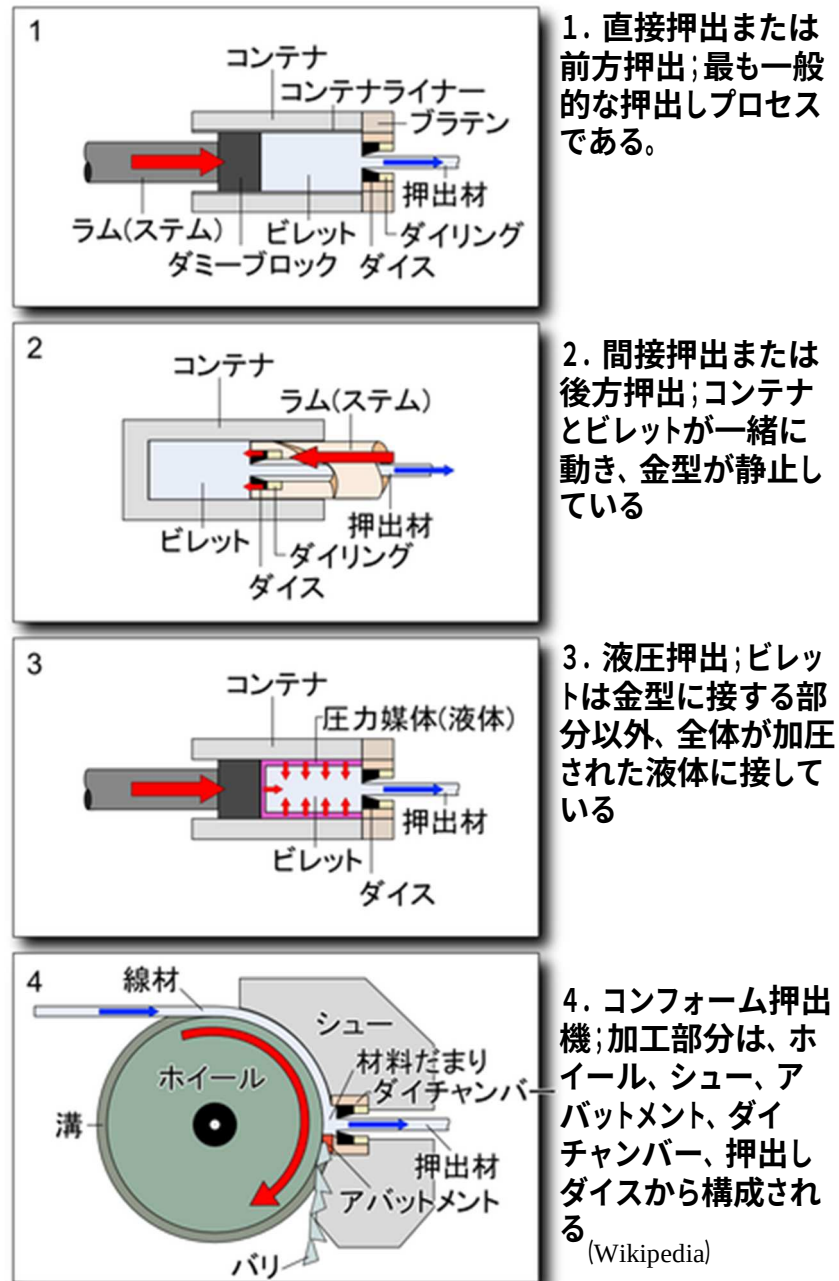


図61-33 押出し加工

冷間加工、熱間加工

熱間加工は加熱により材料を軟らかくして塑性変形するので大きな変形が容易である。一方、**冷間** (常温) **加工**では一般に加工後に熱処理を行って結晶組織を制御し、目的とする強度に調整し易い。自動車のボディ、家電品などの鋼板は冷間圧延材を使って成形

熱間圧延と冷間圧延 (日新製鋼)

熱間圧延—スラブを約1250℃の加熱状態で圧延し、ロール状に巻いた帯状の鋼 (ホットコイル) を作る工程。粗圧延、仕上圧延で何段階も圧延されて厚さ250mmのスラブは、1～3mmにまで薄くなる。ホットコイルの長さは2000mにもなる

冷間圧延—ホットコイルを常温で製品の厚さにまで圧延する工程。まず、熱間圧延工程でホットコイルの表面に生じたスケール (鉄の酸化物) を塩酸で洗い落と (酸洗) した後、常温でさらに薄く圧延し冷延コイルを作る。何台もの圧延スタンドを並設して一気に圧延するタンデムミル方式と、1台の圧延スタンドを往復させて圧延するリバースミル方式がある



図61-35 千葉No.3全連続熱間圧延機 (JFEスチール)

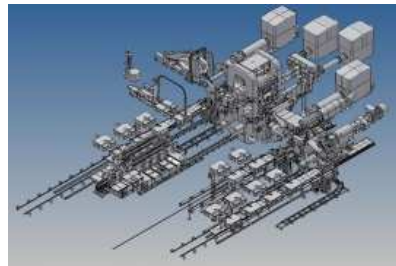


図61-36 冷間圧延設備 (スチールプランテック)

熱間鍛造と冷間鍛造 (日進製作所)

熱間鍛造の特徴 材料を、加熱して、軟らかくしてから鍛造

- ・金属を鍛練することにより、高い強度を得ることができる
- ・金属を軟らかくして鍛造するので、変形抵抗が少なく、複雑形状部品の鍛造が可能
- ・冷間・温間鍛造に比べ、最も自由度が高く、安価

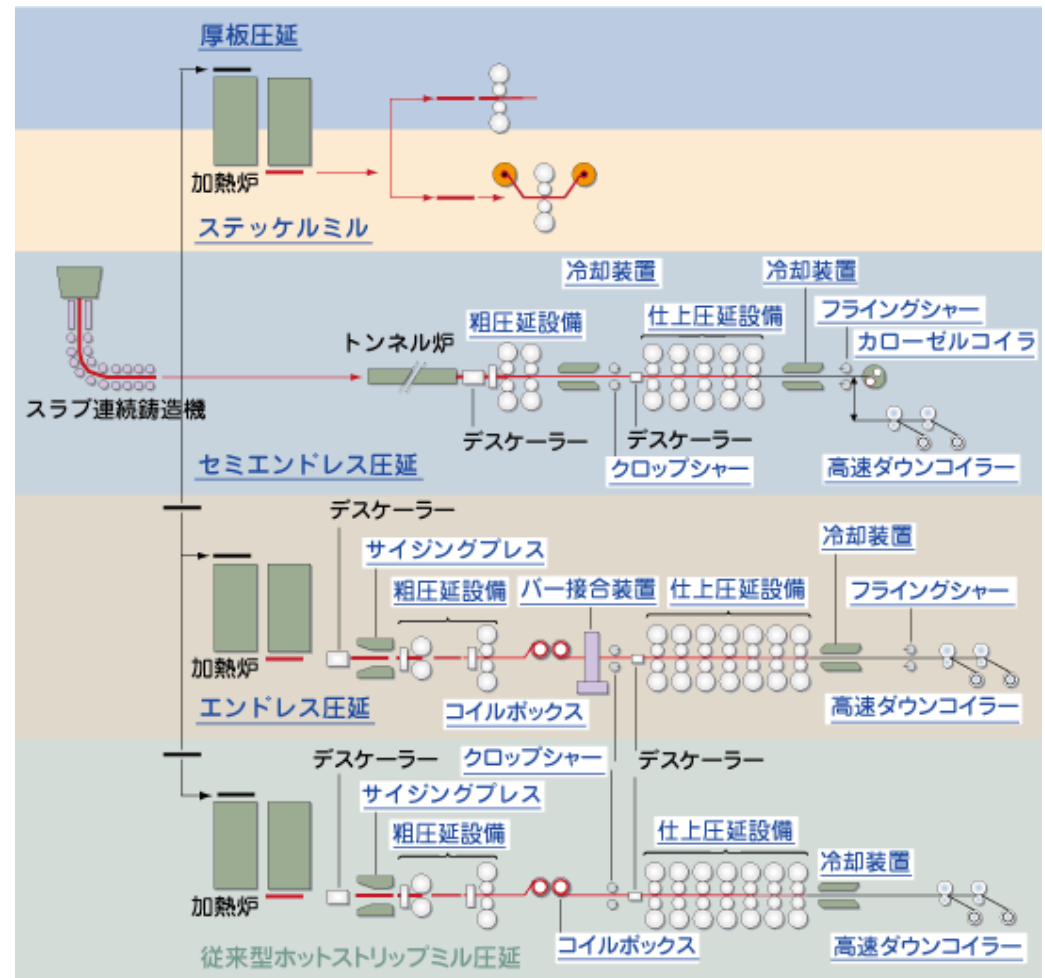


図61-34 熱間圧延工程 (三菱日立製鉄機械株式会社)

冷間鍛造の特徴 加熱無せず常温で行う

- ・金属を鍛練することにより、高い強度を得ることができる
- ・成型精度が高く、後工程での加工を減らせる

自動車部品適用例

大量生産の代表的な機種である自動車の部品にはプレス、鍛造、押出し等の変形加工によるものが多く採用されている。機械加工による製作より生産性が高い

プレス製品: ボディ部品のほか、内装品、トランク構成部品等に採用

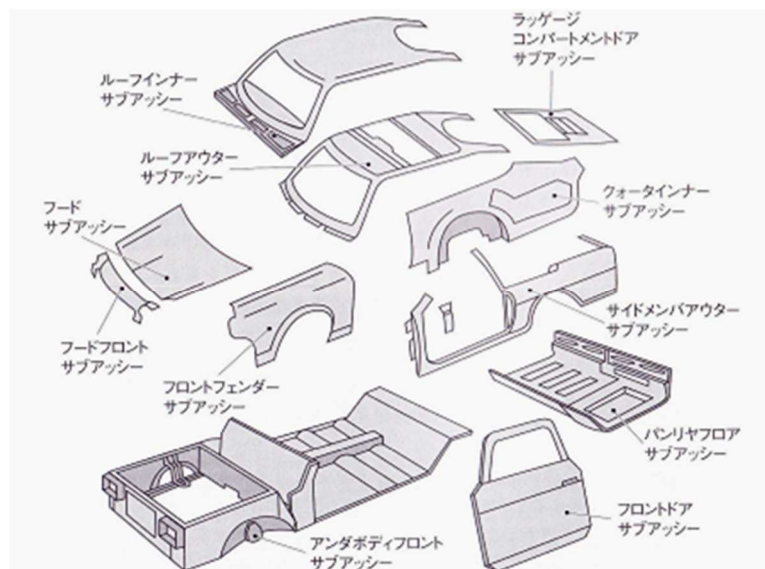


図61-37 自動車ボディのプレス部品 ①

鍛造品: エンジン、トランスミッション等の部品に採用



図61-40 小物部品
(小高製作所)

その他の加工品: 押出し、絞り加工等



図61-41 精密深絞り
加工品 (ミヤマ精工)

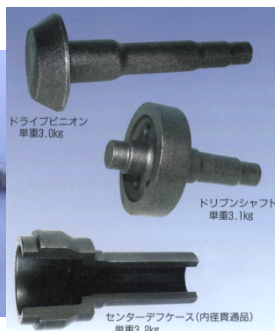


図61-42 熱間押出し品
(愛知製鋼)

鉄鋼系以外の材料: 軽量化、耐食性等を考慮して使用



図61-43 Al、Ti製鍛
造品 (明治製作所)



図61-44 リン青銅・真
鍮部品 (小高製作所)

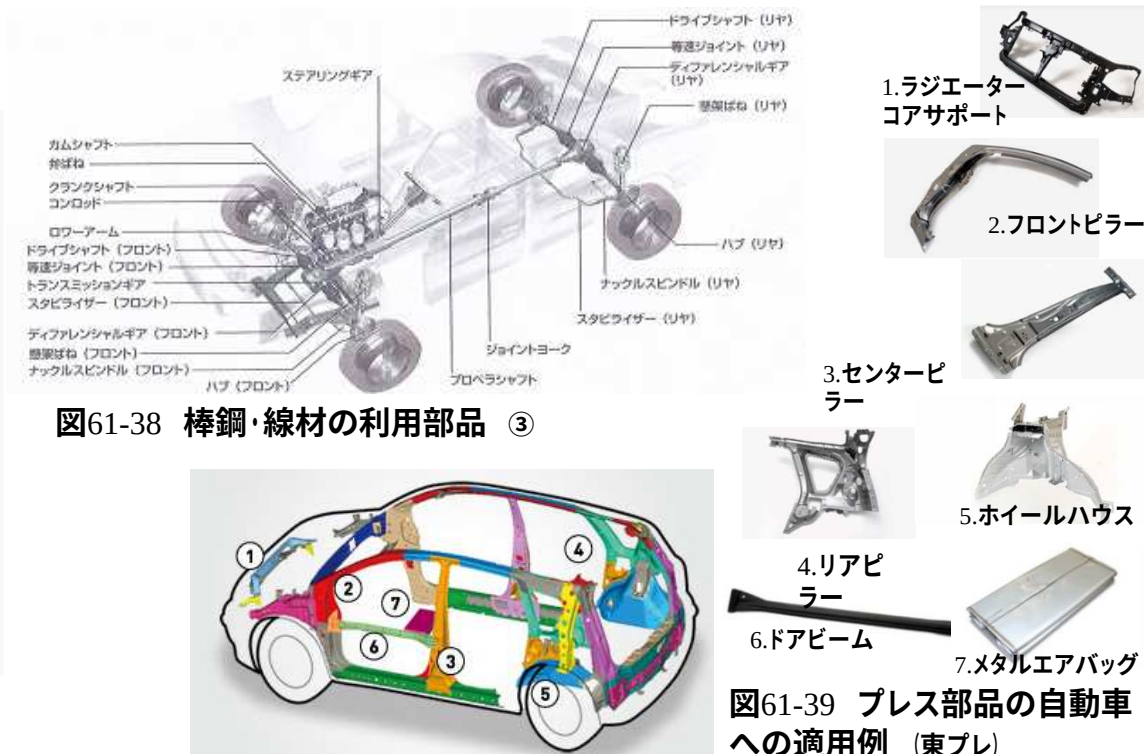


図61-38 棒鋼・線材の利用部品 ③

図61-39 プレス部品の自動車
への適用例 (東プレ)

市場

日本の素形材産業は生産額の約7割を自動車産業に依存、残りの3割の大部分は産業機械・情報通信機器関係。自動車メーカーの下請け形態は安定した受注で営業費用を削減できるが、提案力・営業力などが弱くなる

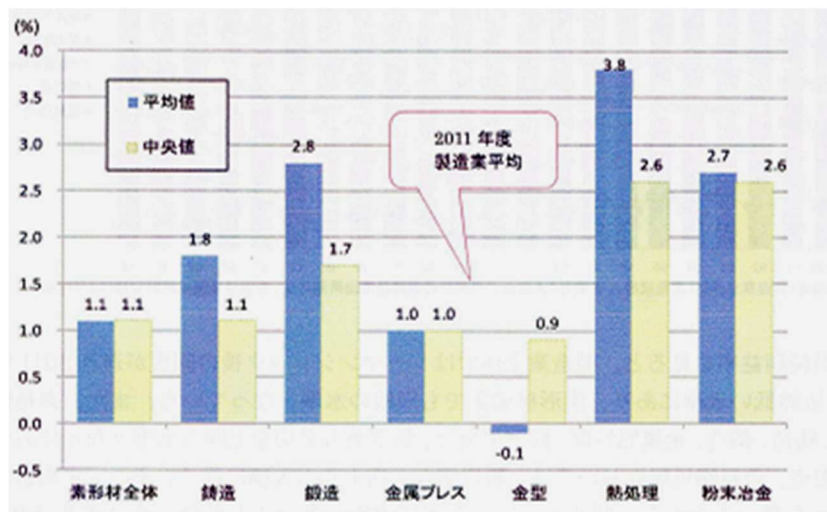


図61-45 素形材産業の売上高・純利益 ⑫

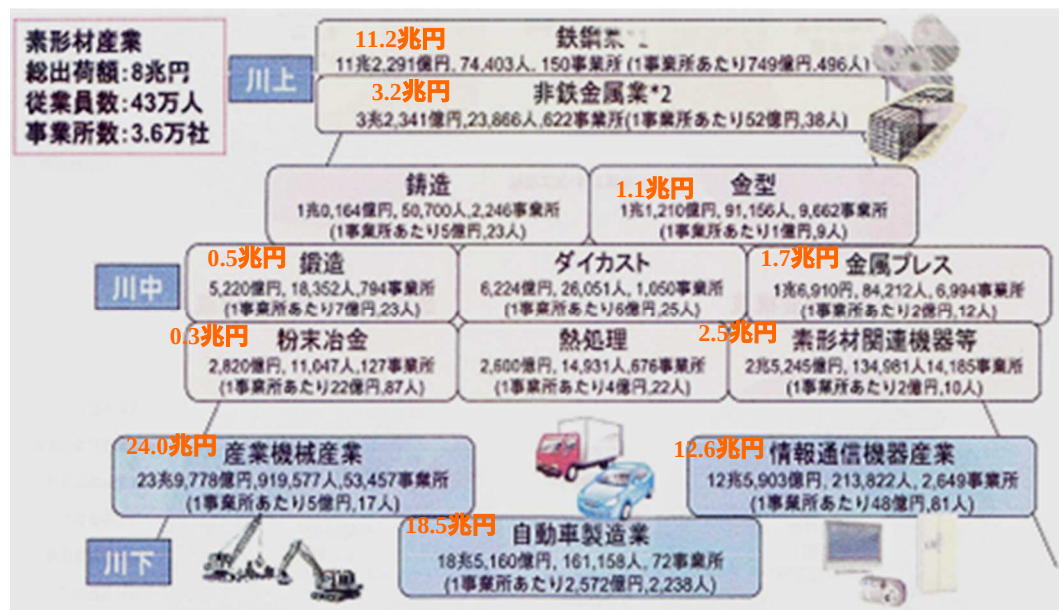


図61-47 素形材産業と川上・川下産業の業界規模 ⑫

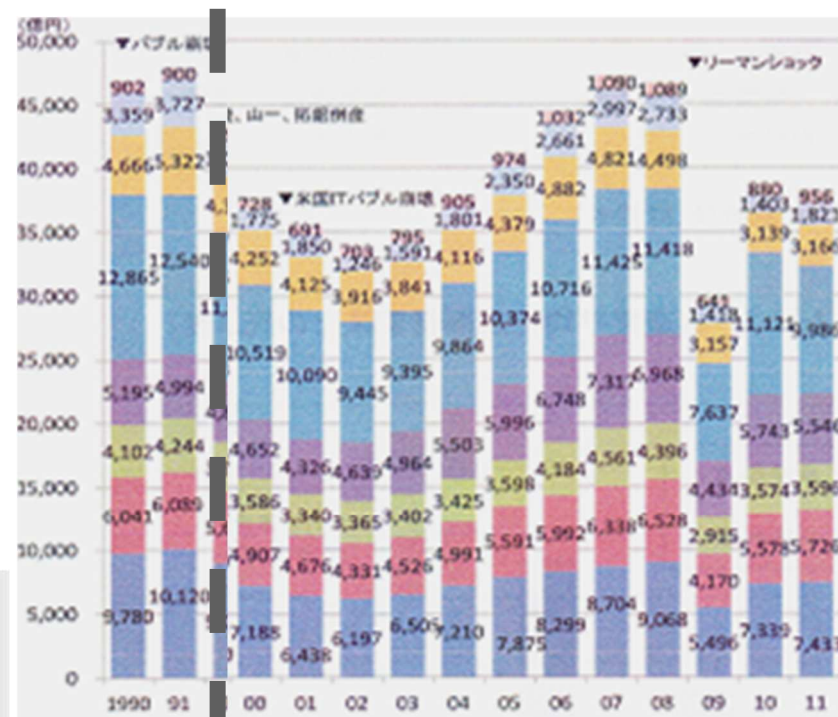


図61-46 素形材産業と製造業の生産額推移 ⑫

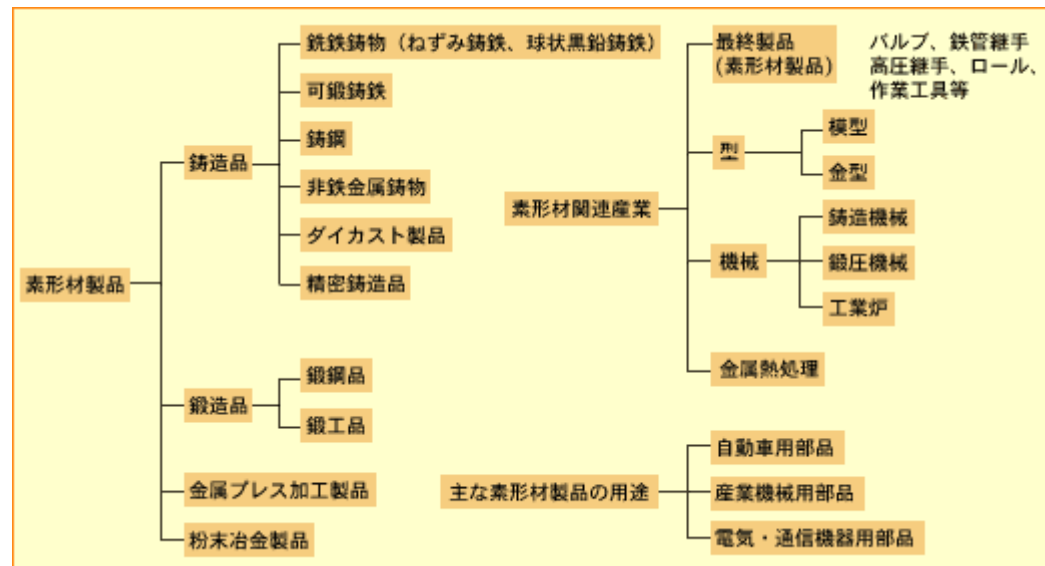
関連団体 (一社＝一般社団法人)

- (一財) 素形材センター、(一社) 日本鍛圧機械工業会、
- (一社) 日本金属プレス工業協会、日本鋳鍛鋼会、
- (一社) 日本金型工業会、(一社) 日本鍛造協会、
- (一社) 日本産業機械工業会-製鉄部会、
- (一社) 日本塑性加工学会

課 題

素形材産業進化の方向性		業界、政府、ユーザ企業、その他（金融、報道関係など）に求められる取り組みの方向性は；(1)世界で勝てる技術力、(2)仕事の付加価値アップ、(3)ものづくり現場で魅力的な人材育成、(4)健全な取引慣行と強靱なサプライチェーン、(5)自らの仕事の情報発信、(6)海外展開を目指すグローバル企業 ⑫
素形材企業の育成		企業規模が小さいことが課題。企業淘汰が進まず多数のプレーヤーによる過当競争で、低収益構造と脆弱な資本力がみられる。逆に小規模であるため多変種変量生産、短納期要求に柔軟に対応している。自動車メーカの下請け形態が多く、提案力、営業力が弱くなっている ⑫
素形材技術戦略2008 (2009年3月経済産業省)	革新的次世代鍛造技術	鍛造技術の将来像4項目；(1)コスト競争力のある「高精度、軽量部品を鍛造で製造」、(2)高歩留り、低CO2排出の「環境に優しい鍛造ライン」、(3)短工程、低不良率、長金型寿命の「合理的な生産の実現」、(4)IT技術を活用した「生産準備期間の短縮」
	革新的次世代金属プレス技術	革新的金属プレスの将来像4項目；(1)高付加価値ネットシェイプ成形（高精度・複雑形状・高強度・軽量化製品）、(2)加工技術の知能化（金型・機械の知能化、見える化）、(3)環境対応技術（エコプレス・省資源加工・リサイクル）、(4)価格競争からオンリーワンを目指した商品開発へ
	金属プレスロードマップ	技術の方向性として“より安く、より早く、環境にやさしい高付加価値のプレス製品の創出”；(1)先進技術分野ニーズ（バイオ分析、医療用マイクロデバイスの成形、燃料電池セパレータの加工など）、(2)素材関連ニーズ（高精度金属板材、成形性にすぐれた軽量化材料、Al/Mg/Tiに最適なプレス技術など）、(3)環境にやさしい金属プレス加工（塑性結合による熱処理エネルギーの削減、工程短縮、省資材など）

●図61-48 素形材産業の位置づけ（(一財)素形材センター）



キーワード

据込み	素材を軸方向（高さ方向）に圧縮して高さを減少し、断面積を増す変形方法で、鍛造のもっとも基本的な加工様式。据込み荷重は型の変形とともに上昇し、扁平になれば急上昇する。長尺材の圧縮では座屈することがあるので注意
トランスファープレス	プレス機は、1台1台が独立した『タンデムプレス』と複数の金型を1台のプレスにセットできる『トランスファープレス』とがある。自動車車体パネルは形状が複雑なので、プレス成形を複数の工程に分けて行う。トランスファープレスでは、セットされた複数の金型の間のパネル搬送を自動で行うため、飛躍的に生産性の向上が図られる
エンボス加工	自動車のナンバープレートやクレジットカードのように板厚をあまり変化しないでその板材に浅いくぼみや突起を形成する加工。壁面装飾用金属化粧パネルなどにも多く用いられる。彫刻したロールと弾性ロールの間に板材を通し、加圧して凹凸をつける。素材として金属板のほかに紙、布、皮などにも加工が加えられる
転造加工	ねじや歯車の製造に用いられる。素材を回転し、それに型（転造ダイス）で強い力を加えてその表面を盛り上げて所要の形状に成形する。ねじ転造では2個または数個のねじ転造ダイスの間に素材を転がし、おねじのねじ山を成形。転造加工は切削加工に比べて材量にムダがなく、加工時間も短い ④
バーリング加工	板の穴の縁にフランジをつくる加工。薄い板にねじ止めするときに板の厚さでは所定数のねじ山（通常3山以上）が確保できない場合に、穴内径の長さを確保するために多く利用される。通常は小さい下穴をあけ、その穴に工具を通してフランジを立てる。下穴をあけない「突っ切りバーリング」という方法もある ⑥

参考資料

- ① 金属加工が一番よくわかる 井上忠信 技術評論社 2011.1.5
- ② 金属加工の基本と仕組み 田中和明 秀和システム 2008.10.1
- ③ 板金作業の基礎知識 Q&A 吉田弘美ほか 日刊工業新聞社 2012.10.12
- ④ トコトやさしい金属加工の本 海野邦昭 日刊工業新聞社 2013.3.23
- ⑤ トコトやさしい板金の本 安田克彦 日刊工業新聞社 2011.1.27
- ⑥ トコトやさしいプレス加工の本 山口文雄 日刊工業新聞社 2012.7.19
- ⑦ トコトやさしい鍛造加工の本 篠崎吉太郎 日刊工業新聞社 2013.3.26
- ⑧ 塑性加工基礎のきそ 町田輝史ほか 日刊工業新聞社 2008.2.25
- ⑨ 鍛造加工基礎のきそ 篠崎吉太郎 日刊工業新聞社 2009.7.25
- ⑩ 板金作業<ここまでわかれば「一人前」> 小渡邦昭 日刊工業新聞社 2013.7.27
- ⑪ プレス作業<ここまでわかれば「一人前」> 小渡邦昭 日刊工業新聞社 2009.10.22
- ⑫ 新素材形産業ビジョン 同ビジョン策定委員会 2013年3月
- ⑬ 鉄の薄板・厚板がわかる本 新日本製鉄（編著）日本実業出版社 2009.9.1
- ⑭ 鉄の未来が見える本 新日本製鉄（編著）日本実業出版社 2007.1.20
- ⑮ 各HP、パンフレット、新聞・雑誌記事



図61-49 トランスファープレス（ユニプレス）

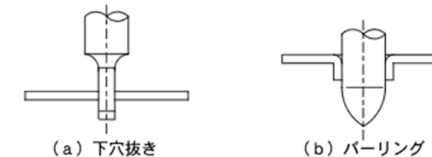


図61-50 バーリング（ミスミ）