

# 鍛造プレスとは <入門編>

一般社団法人 **日本鍛圧機械工業会**  
**鍛造プレス専門部会**

# 目次

|  |    |
|--|----|
| (1) 鍛造加工とは                                   | 1  |
| (2) 熱間鍛造、温間鍛造、冷間鍛造の分類と実例紹介および板鍛造の実例紹介        | 4  |
| (3) 鍛造設備(プレス機械)                              | 14 |
| 3-1 縦型プレス                                    | 14 |
| 3-1-1 クランクプレス                                | 15 |
| 3-1-2 リンクプレス                                 | 18 |
| 3-1-3 ナックルジョイントプレス                           | 20 |
| 3-1-4 クランクレスプレス                              | 21 |
| 3-1-5 スコッチヨークプレス                             | 22 |
| 3-1-6 ウェッジプレス                                | 22 |
| 3-2 横型プレス(フォーマー)                             | 23 |
| 3-3 油圧プレス                                    | 30 |
| 3-4 スクリュープレス                                 | 39 |
| 3-5 ハンマ                                      | 42 |
| (4) プレス機械の構造                                 | 47 |
| 4-1 プレスの基本特性                                 | 47 |
| 4-2 フレーム構造                                   | 49 |
| 4-3 往復動機構                                    | 51 |
| 4-4 スライドの位置調整                                | 54 |
| 4-5 スライドガイド機構                                | 56 |
| 4-6 金型段取                                     | 59 |
| 4-7 SKO(Slide Knockout)、BKO(Bottom Knockout) | 61 |
| 4-8 クラッチ・ブレーキ機構                              | 63 |
| 4-9 潤滑装置                                     | 66 |
| 4-10 材料装入・搬送・取出機構                            | 67 |
| 4-11 加熱装置と素材切断装置                             | 73 |
| (5) 各社の製品紹介                                  | 78 |
| (株)栗本鐵工所                                     | 79 |
| アイダエンジニアリング(株)                               | 81 |
| (株)アミノ                                       | 83 |
| (株)エヌエスシー                                    | 85 |
| 榎本機工(株)                                      | 87 |
| (株)小島鐵工所                                     | 89 |
| コマツ産機(株)                                     | 91 |
| (株)阪村機械製作所                                   | 93 |
| 住友重機械工業(株)                                   | 95 |
| 日本電産シンポ(株)                                   | 97 |
| 森鉄工(株)                                       | 99 |

# (1) 鍛造加工とは

金属材料に圧縮応力を作用させて、流動させて必要とする形状に変形させることが「鍛造」である。鍛造の歴史は、紀元前のエジプトやメソポタミアでのコインなどの金、銀、銅の自由鍛造から始まり、武器、農機具の鍛冶など人類の技術の進歩に伴い高度化している。近年では、冷間領域から熱間領域まで幅広い温度領域で素形材の生産技術として自動車を始め様々な産業領域で使用されている。

鍛造により形状の付加と同時に材質の改善が可能である。この材質改善を「鍛錬」と言う。鍛造により材料に大きな変形を加えることで、材料の不均一な内部組織を緻密で均質な組織に変えて機械的性質を改善する。また切削加工と異なり材料の鍛流線を切断しないため機械的性質が向上する。

冷間領域での鍛造においては、材料硬度の上昇(加工硬化)での強度UPも行える。鍛造で得られる製品の重量(体積)は、材料と同じになる。切削加工などのように製品形状を得るための材料の除去がないため歩留まりに優れている。

図1に他の加工法と鍛造加工の比較を示し、図2に冷間、温間、熱間のそれぞれの特徴を示す。

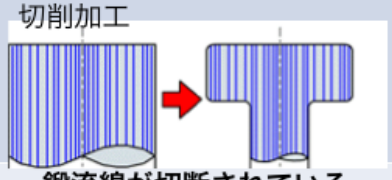
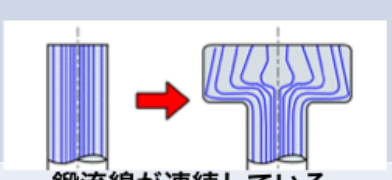


|  | 他の加工法   | 鍛造加工   |
|--|---|--|
| ※1<br>鍛流線  |  <p>切削加工<br/>鍛流線が切断されている</p> |  <p>鍛造加工<br/>鍛流線が連続している。</p> |
| 機械的性質  | 鍛造加工に比べて弱い  | 強い   |
| 製品硬度   | 素材硬度と同等   | 素材硬度より上昇 (加工硬化)  |
| 歩留まり   | 加工代多い (切削加工に対して)  | 高い   |
| ※2<br>組織   |  <p>アルミの鑄造組織</p>           |  <p>アルミの鍛造組織</p>          |
| <p>※1 : 株式会社共立精機殿HPより <a href="http://www.kyoritsu-seiki.com/index.html">http://www.kyoritsu-seiki.com/index.html</a><br/>           ※2 : BBSジャパン株式会社殿HPより <a href="http://www.bbs-japan.co.jp/jp/index.html">http://www.bbs-japan.co.jp/jp/index.html</a></p> |   |  |

図1. 他の加工法と鍛造加工の比較

|         | 成形温度         | 荷重       | 寸法精度 | 金型寿命 |
|---------|--------------|----------|------|------|
| 冷間鍛造    | 室温           | 高い       | ◎    | ○    |
| 温間鍛造    | 200 ~ 900℃   | 冷間と熱間の中間 | ○    | ○    |
| (亜熱間領域) | 900 ~ 1150℃  | 低い       | △    | △    |
| 熱間鍛造    | 1150 ~ 1250℃ |          |      |      |

図2. 冷間、温間、熱間鍛造の特徴の比較 (鉄鋼材料)

## 1. 基本工法

鍛造加工の基本的な工法を、図3に示す。  
これらの工法を組み合わせることで、図4に示すように製品を成形する。

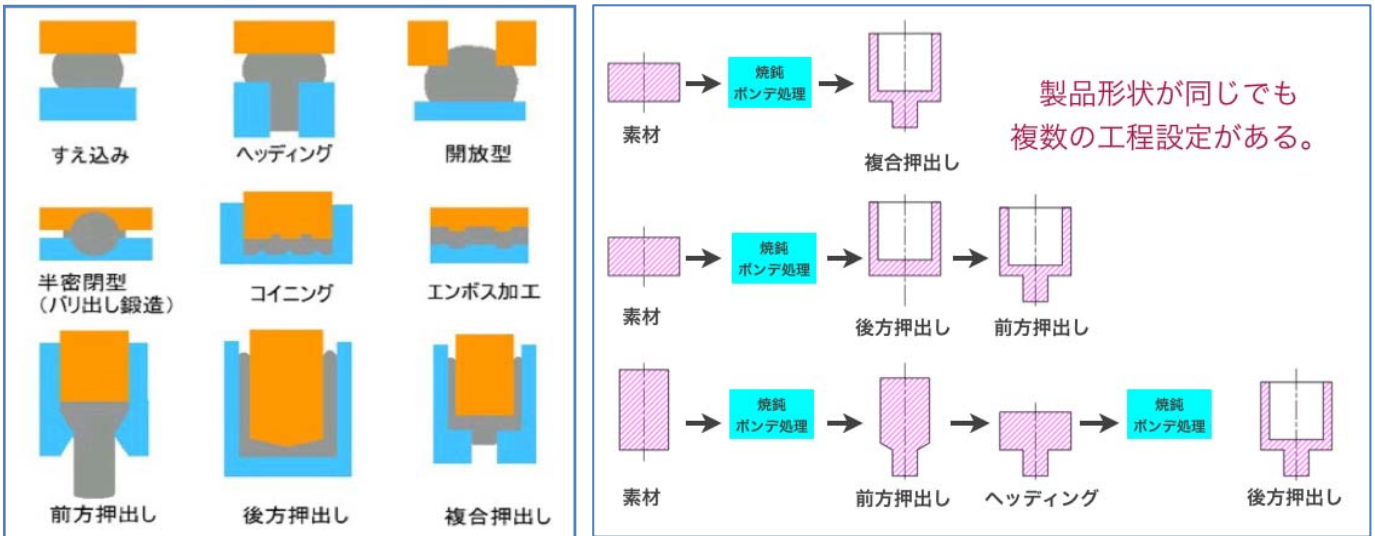


図3. 鍛造加工の基本工法

図4. 鍛造加工の工程レイアウト例

## 2. 鍛造加工の全体の流れ

鍛造加工では、素材である丸棒(板材)から必要な重量、サイズにする切断(打ち抜き)と、冷間鍛造では、焼鈍・潤滑処理、温熱間鍛造では素材加熱のような前処理工程が必要である。図5に鍛造加工の全体の流れを示す。

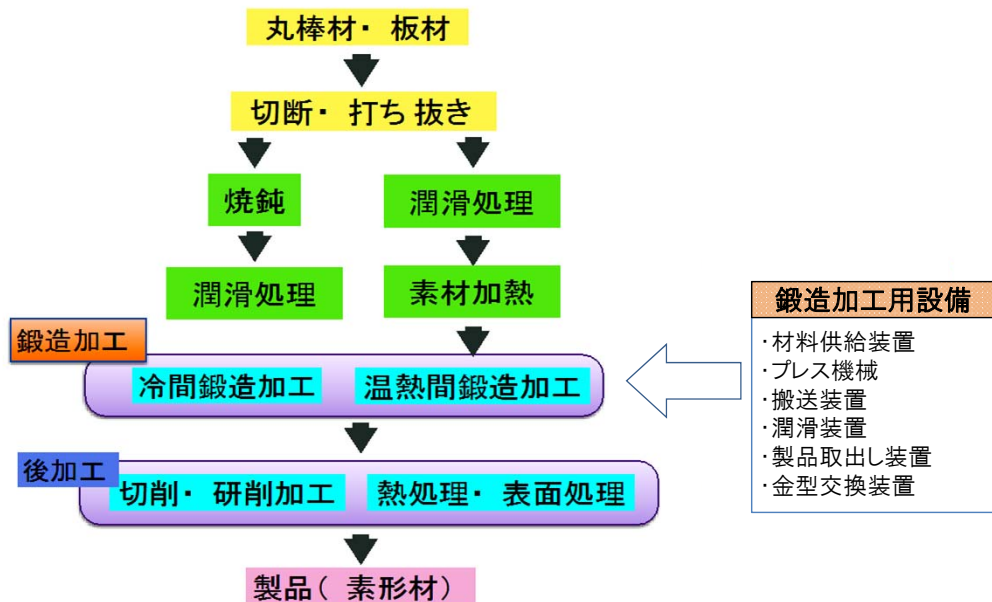


図5. 鍛造加工の全体の流れ

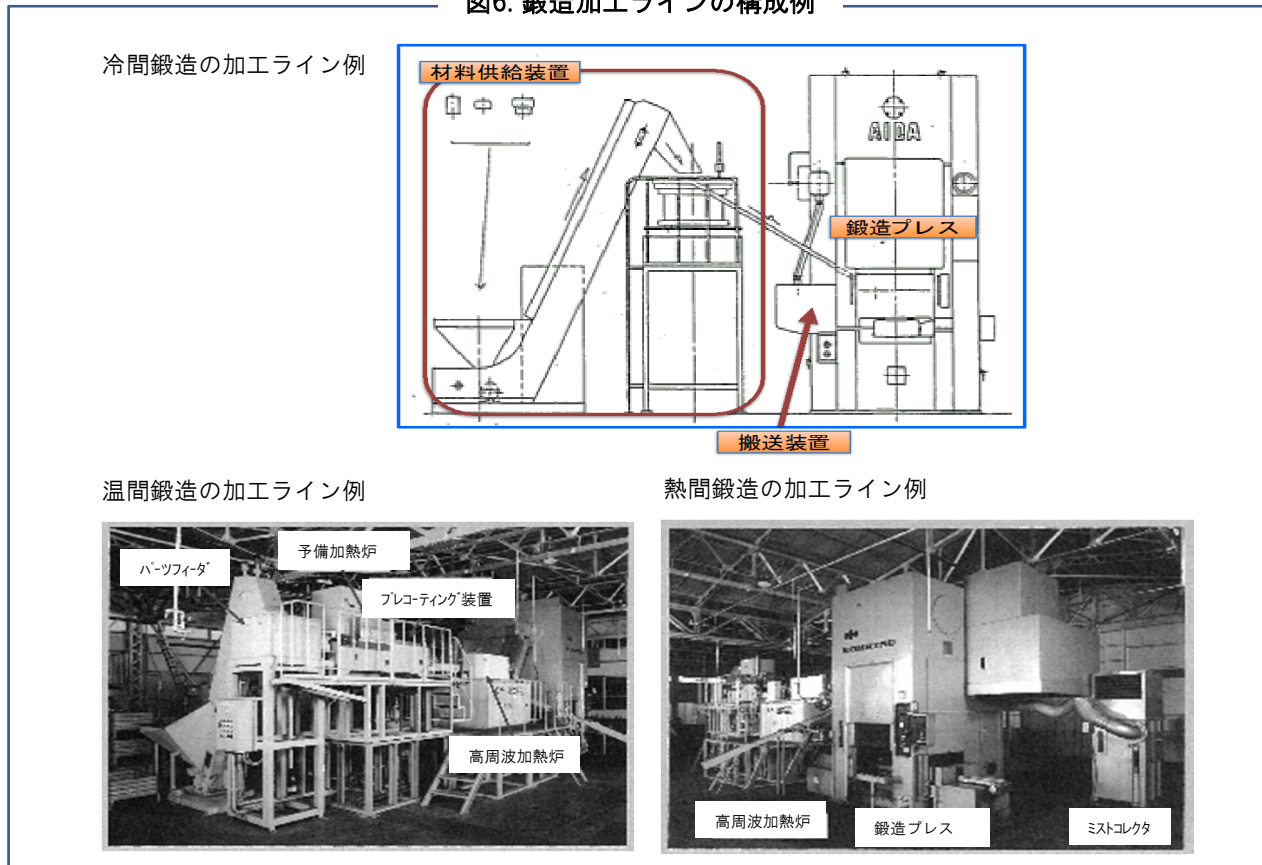
実際の鍛造加工では、プレス機械以外の材料供給装置、搬送装置、潤滑装置、製品取出し装置、金型交換装置等が必要になる。



### 3. 鍛造加工設備

鍛造加工はプレス機械だけでなく、材料のプレス機械への供給装置と製品の取出装置が必要である。図6は鍛造加工設備の加工ラインの参考図である。

図6. 鍛造加工ラインの構成例



### 4. 焼鈍・潤滑・素材加熱

**焼鈍** 冷間鍛造加工では、素材の成形荷重の低減や成形性の向上のために焼鈍が行われる。近年注目されている板鍛造では、板材を素材とすることで、この焼鈍を省略できることが多い。焼鈍の目的は、特に冷間鍛造加工の前に素材を柔らかくして、変形しやすくするために行う。(変形抵抗を下げる。)

焼鈍の種類としては、完全焼鈍、球状化焼鈍がある。また鍛造加工工程の途中で加工硬化を除去して変形しやすくするために行われるのは、中間焼鈍である。

**潤滑** 焼鈍後には、潤滑処理を行う。成形中の潤滑剤の補給が不可能なため、冷間鍛造で潤滑に求められる特性は、以下の4項目である。

- ・材料表面の広がり大きい
- ・接触面圧が高い
- ・接触面温度が高い
- ・ノックアウト時にも潤滑機能を保つ

これらの特性を満たす潤滑処理として、ボンデ処理が一般的に使用されている。多工程の冷間鍛造加工では、成形中の加工硬化により次工程の成形が困難になる場合がある。その時には再度、焼鈍と潤滑処理を行う。

温熱間鍛造では、成形前に素材の温度を上げることで成形荷重の低減や成形性の向上を行う。潤滑は、プレス機内での成形中にノズル等でのスプレー方式で行われることが多い。

この潤滑は、金型の冷却も兼ねている。

使用される潤滑剤は、一般的には水溶性の黒鉛系が用いられることが多い。

## (2) 熱間鍛造、温間鍛造、冷間鍛造の分類と実例紹介 及び板鍛造の実例紹介

### 1. 鍛造の概要

鍛造には、主に冷間 (Cold forging)、温間 (Warm forging)、亜熱間 (Semi hot forging)、熱間鍛造 (Hot forging)があり、他にも粉末鍛造 (Sinter forging)、溶融鍛造(Casting)、超高温鍛造(Ultra hot forging)などがある。

歴史的には熱間鍛造は古く、鉄鋼材料については鋳造より古いとされている。近代的熱間鍛造技術は1866年に欧州から導入されたのが最初で、冷間鍛造、ファインブランキングは1960年に当時の先端事例が紹介された。また関連設備も1962年から国内生産されるようになり、以降自動車産業をはじめとして電気、電子機器など広範囲な分野で大量生産に向けた工法として急速に普及、拡大してきた。

一方、温間をはじめとするその他鍛造は歴史的には新しい技術であり、1980年代からの自動車産業の拡大に伴い高精度、無加工化、省エネ、コストダウンのため、複合鍛造化や閉塞、背圧、分流鍛造、板鍛造といった新たな工法とともに実用化され拡大してきている。(図1)(図2)

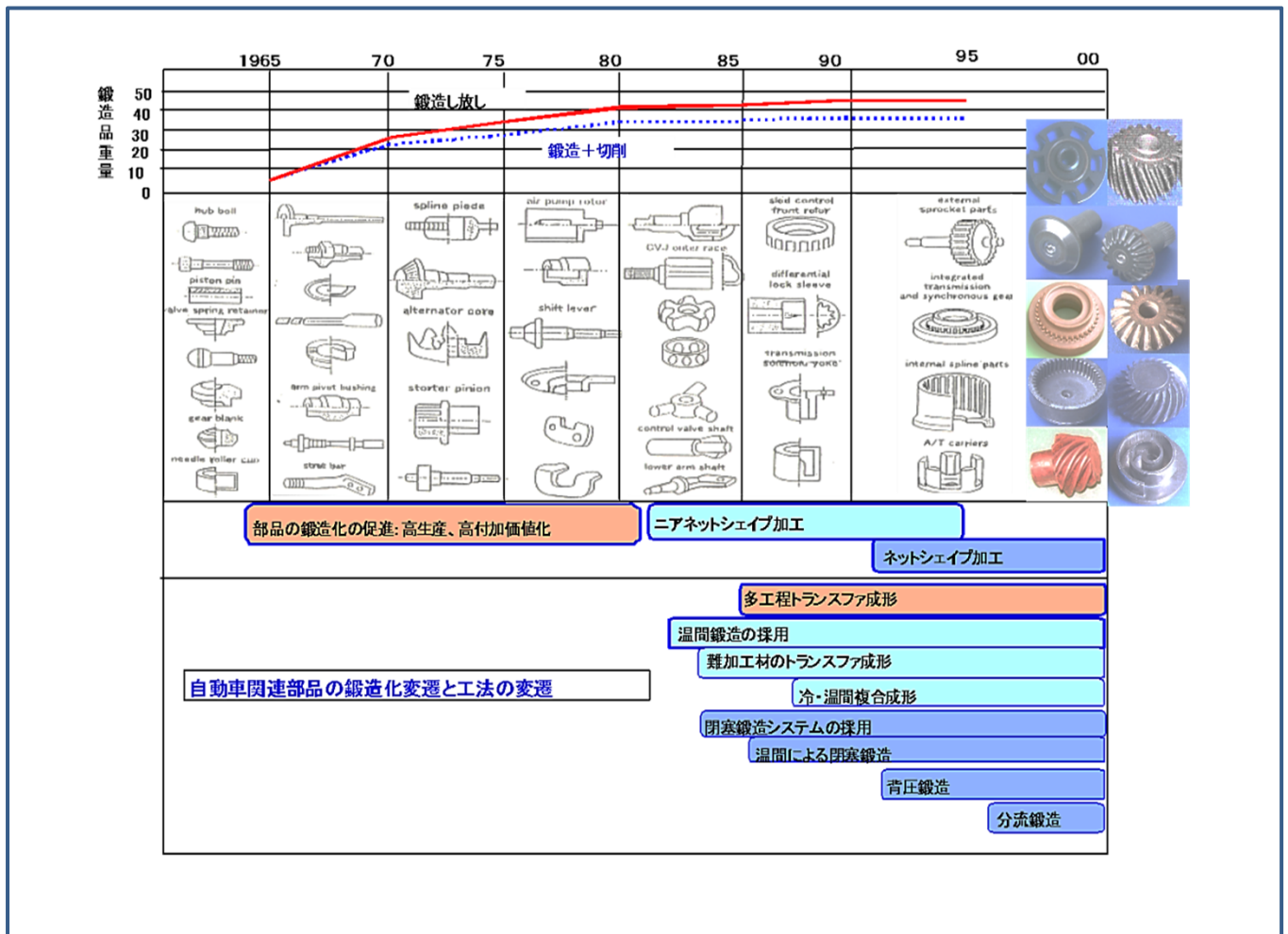


図1. 自動車関連部品の鍛造化変遷と工法の推移

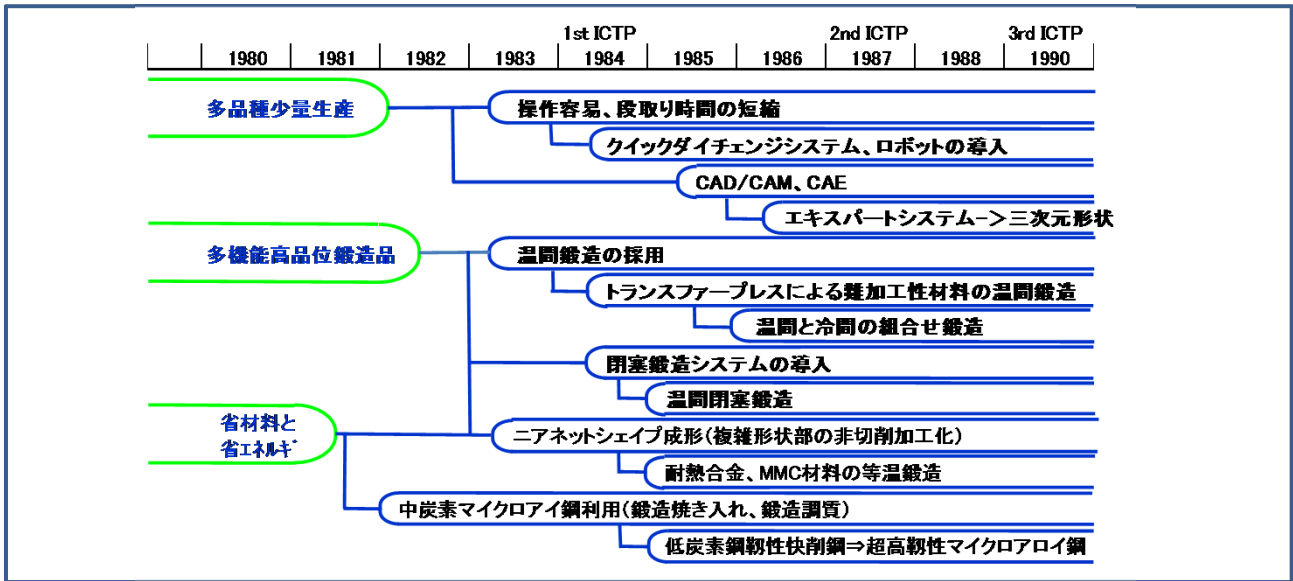


図2. 鍛造に対する技術的要求の推移 1990年 第20回冷間鍛造実務講座  
「鍛造加工における精密化と合理化技術の最新動向」より引用

## 2. 鍛造の種類と特徴

鍛造は、金属または非鉄金属材料を 打撃・加圧することにより、目的の形状を造ることをいう。また、鍛造の目的は 1) 材料組織、強度の改善(鍛錬)と 2) 成形 の2つである。

鍛造方法の選定に当たっては、

- 1) 製品(部品)の要求特性
- 2) 部品製造プロセス上の要求特性を満足するように夫々の利点、欠点を理解し材質、加工温度、熱処理、製造プロセス等を検討、決定する必要がある。(表1)

鍛造加工は加工温度域により冷間(Cold forging)、温間(Warm forging)、熱間鍛造(Hot forging)等に分類され夫々の利点を生かした使い分けがなされている。

鉄鋼材料を加熱していくと、温度上昇と共に、変形抵抗は減少し、高張力材料でも変形しやすくなる。加熱により変形抵抗が低くなる上、再結晶により常に元の変形能を回復しながら加工が行われるため、室温では加工できない材料が加工できたり、一度に大きな変形を与えることができ、複雑な形状の製品の製造が可能である。

(鍛造加工技術・技能マニュアルより引用)

図3に代表的な加工温度領域と変形抵抗(荷重)の関係を示す。

【加工温度領域】目安  
冷間加工: 室温~200℃  
温間加工: 200~700℃(一般的)  
600~900℃  
熱間加工: 1150~1250℃

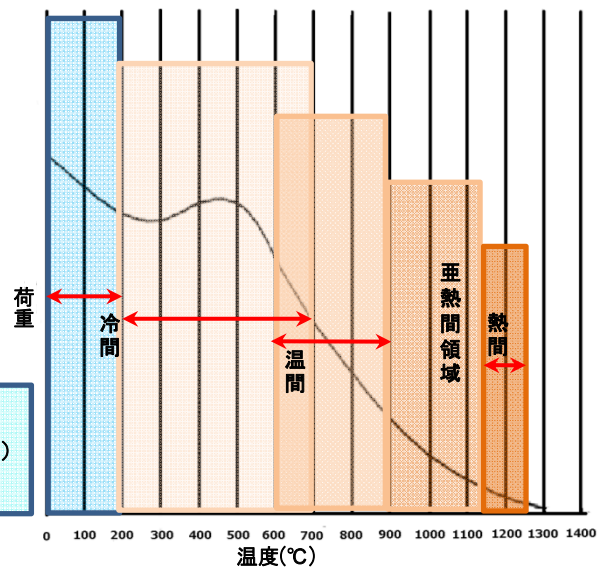


図3. 加工温度領域と変形抵抗(荷重)の関係



以下 夫々の鍛造加工の特徴について述べる。

### ① 冷間鍛造

材料を加熱しないで室温で行う鍛造をいう。下記の熱間鍛造に比べ変形抵抗が高く、変形能が小さいという悪条件が重なり、型工具の破損や製品の割れの危険があるため、一度に与え得る変形量が小さくなるが、得られる製品の表面はきれいで寸法、形状精度もよいため、後仕上げの必要がなく、高精度に適した加工法である。

強さと変形能を兼ね備えた素材や強い型工具の開発により、冷間鍛造の適用が広がっている。成形の際の加工硬度が製品の強化にも役立つ。

型寿命は、数千から数十万個以上と熱間鍛造より長い。鍛造後の熱処理による強化の際ひずみが生じ、折角得られた高い精度が悪化することがあるため、低熱処理ひずみ材や低ひずみ熱処理法の開発が進められている。(鍛造加工技術・技能マニュアル引用)

#### 冷間鍛造の特徴

##### 長所

- 1.材料歩留りが高い
- 2.生産性が高い
- 3.機械加工費の低減
- 4.強度と靱性を高くすることができる  
→安価な材料に変更可能
- 5.熱処理の省略が可能
- 6.ネットシェイプ鍛造ができれば  
生産性、品質、コストの点で 極めて有利

##### 短所

- 1.材料の流れが悪く変形抵抗が高い
- 2.前処理として焼鈍、潤滑処理(ボンデ)が必要
- 3.成形できる形状に限界がある
- 4.成形荷重が高くなるので高価な  
大きな設備が必要
- 5.豊富な経験と技術が必要

### ② 熱間鍛造

熱間鍛造は高温度域、約1150~1250℃で塑性変形させる作業である。鍛造荷重は鍛造温度に反比例し、高温にすると荷重は軽減されるため、形状が複雑で変形量の多い大型鍛造部品の成形にも使用される。

設備は加圧能力的には冷間鍛造プレスに比べ小さくなるが、全体としては多工程成形を考えると大きなものとなる。高温で鍛造するため、熱による膨張、鍛造による反り及びスケールの発生等が影響し、最終寸法に対して機械加工代を考慮した寸法にする必要があるが、最近では型鍛造においてバリ出し鍛造から熱間での精密閉塞鍛造が進んでおり、成形後の機械加工工程の省略や短縮という合理化が可能となってきている。

鍛造方法はベアリングやギヤ等の縦打ち、コンロッドやクランクシャフト等の横打ちがあり、熱間鍛造において高速化が要求されるなか、縦型ではクランクプレス、横型ではヘッダ(フォーマ)が代表的な機械である。(鍛造加工技術・技能マニュアル引用)

#### 熱間鍛造の特徴

##### 長所

- 1.大きな変形が可能であり、工程数が少なく変形可能である。
- 2.使用材料の制約は無く、どんなものでも変形可能である。
- 3.材料の前処理等が不要で他の工法に比較しライン設備が比較的安い。

##### 短所

- 1.一般的にはバリ出し鍛造であるため材料歩留りが良くない。
- 2.他の工法に比較して寸法精度が劣る。
- 3.加熱温度が高いため、酸化スケールの発生は避けられず、表面状態が悪く、脱炭層も発生する。

出典；鍛造加工技術・技能マニュアル

出典；1988年第18回鍛造実務講座

日産自動車(株) 原田敏夫

「熱間鍛造における精密化とコストダウンについて」

### ③ 温間鍛造

前述の熱間鍛造と冷間鍛造の長所を合わせ持たせることを目的に、両者の中間の温度で行う鍛造法をいう。変形能の増大と変形抵抗の低減をある程度実現し、しかも表面酸化を特別な後加工を要しない程度に抑え、加工硬度も利用しようとするものである。

兼ね合わせを狙ったものだけに、適正条件の選定範囲は狭く、選定を誤れば逆に両方の短所が現れてしまうため、注意を要する。

変形抵抗の低減が主目的の時は高い温度を、また精度向上を目指す時は低めの温度を用いている。製品精度、型寿命とも両者の中間数値に収まる。

以上述べた、代表的な鍛造加工の特徴と比較を表2に示す。

| No. | 比較項目 |                              | 冷間鍛造                                   | 温間鍛造   | 熱間鍛造  |
|-----|------|------------------------------|--|--|---|
| 1   | 鍛造温度 |                              | 常温                                     | 200℃～900℃  | 1150℃～1250℃                                     |
| 2   | 鍛造工程 |                              | (1)切断<br>(2)焼鈍<br>(3)潤滑<br>(4)鍛造       | (1)切断<br>(2)プレコーティング<br>(3)加熱(200～900℃)<br>(4)鍛造<br>(5)トリミング | (1)切断<br>(2)加熱(1150～1250℃)<br>(3)鍛造<br>(4)トリミング |
| 3   | 潤滑   |                              | ホンテライト+ホンタリユ-ベ <sup>®</sup><br>(+MOS2) | グラファイト+水(油)<br>(+MOS2)                                       | グラファイト  |
| 4   | 設備   | プレス                          | ナックルプレス<br>油圧プレス                       | クランクプレス<br>ナックルプレス<br>油圧プレス<br>スクリーブプレス                      | クランクプレス<br>ハンマー<br>アップセッター<br>スクリーブプレス          |
|     |      | 加熱炉<br>焼鈍炉                   | 焼鈍炉(無酸化)                               | 高周波加熱炉<br>回転炉<br>トンネル炉 他                                     | 高周波加熱炉<br>回転炉<br>トンネル炉 他                        |
|     |      | 潤滑処理                         | ホンテライト・<br>ホンタリユ-ベ <sup>®</sup> 処理     | プレコーティング   | —   |
|     |      | ショットプラスト                     | —                                      | —  | 必要  |
| 5   | 品質   | 脱炭層※                         | < 0.1                                  | < 0.2  | < 0.4   |
|     |      | 表面粗さ                         | < 6S                                   | < 10S  | < 20S   |
|     |      | 組織                           | 微細                                     | 微細   | 粗大  |
|     |      | 寸法精度※                        | 抜き勾配<br>厚さ<br>内外径<br>偏肉                | なし<br>±0.1～±0.25<br>±0.02～±0.2<br>0.05～0.2                   | なし<br>±0.1～±0.4<br>±0.1～±0.2<br>0.1～0.4         |
| 6   | 適合材質 | 低炭素鋼<br>中炭素鋼<br>高炭素鋼<br>高合金鋼 | ○<br>△<br>×<br>×                       | ○<br>○<br>○<br>△   | ○<br>○<br>○<br>○                                |

表2. 冷間・温間・熱間鍛造の比較 (鉄鋼材料)

【※ 単位はmm】

### 3. 鍛造工法・プロセス改善によるネットシェーブ化

近年、部品のトータルコスト低減の観点から、ネットシェイプ形状、ニアネットシェイプ形状の精密鍛造品の要求が高まりつつある。（鍛造加工技術・技能マニュアルより引用）

この実現のため 近年種々の工法、プロセスが提案され実用化されている。

以下に、代表的な鍛造工法、プロセスを示す。

#### ① 複合鍛造

熱間または温間鍛造で複雑な形状を成形した後、冷間鍛造で精度を高めるといった組み合わせの鍛造工法が複合鍛造と呼ばれ、急速に広まっている。冷間鍛造品は、精密鍛造品の代表例であり、現在一段と大寸法、ますます複雑な形状と高強度な材料が対象となってきている。しかし、鍛造加工時の変形抵抗が大きいため材料面、形状面で制約を伴っており、全てのニーズに対応できないのが現状である。

熱間鍛造や温間鍛造は、材料を加熱して変形抵抗を小さくした状態で加工を行うため、材料面や形状面での制約を受けないという利点がある。

この利点を生かし、熱間鍛造や温間鍛造でプリフォームを成形し、冷間鍛造で仕上加工を行って精密鍛造品を製造すると工法が、複合鍛造である。（鍛造加工技術・技能マニュアルより引用）

代表的な、複合鍛造品とプロセスを表3に示す。

| 品名              | コネクティング<br>ロッド            | ピン       | リングギア       | コンロッド<br>キャップ | テーパロー<br>ラベアリング | トラックリン<br>ク | バルブ        |
|-----------------|---------------------------|----------|-------------|---------------|-----------------|-------------|------------|
| 完成図             |                           |          |             |               |                 |             |            |
| プレス直前の<br>素材の形状 |                           |          |             |               |                 |             | (SUS材)<br> |
| 鍛造工程            | 1<br>ロール5PASS<br>(粗地)<br> | つぶし<br>  | つぶし<br>     | 曲げ<br>        | つぶし<br>         | 粗地<br>      | つぶし<br>    |
|                 | 2<br>仕上げ<br>              | 後方押出<br> | 後方押出<br>    | 粗地<br>        | 粗地<br>          | 仕上げ<br>     | 粗地<br>     |
|                 | 3<br>ピース<br>              | ピース<br>  | ピース<br>     | 仕上げ<br>       | 仕上げ<br>         | ピース<br>     | 仕上げ<br>    |
|                 | 4<br>バリ抜き<br>             | 前方押出<br> | ローリングミル<br> | トリミング<br>     | ピース<br>         | トリミング<br>   | トリミング<br>  |

表3. 複合鍛造部品とプロセス （出典： 鍛造加工技術・技能マニュアル）

#### ② 恒温鍛造

耐熱性を要する難加工材を鍛造する場合、温度変化を少なくするため金型を加熱して行うもの。Mg合金など難加工材の成形がある。



### ③ 板鍛造

プレス加工による高付加価値化への要求が高まる中、板鍛造への注目が集まっている。

板鍛造は切削などからの工法転換によって大幅なコストダウンや付加価値向上が見込めるほか、増肉加工やシャープなエッジ、凹凸形状の付与などが実現でき、その市場は電気・エレクトロニクスの小型部品から自動車向けの中・大型部品にまで広がっている。これまで複合成形と呼ばれたプレス加工は、シェーピング・絞り・バーリング・チャンファリング・曲げ・オフセット・半抜き・刻印・ダレなし・ファインブランキング (FB)などの複数の技術を組み合わせた技術で一部に3次元成形がある。

そこに従来よりも積極的に立体的な成形を狙って局所的な増肉・つぶしなどの鍛造を加えたのが板鍛造である。板金成形に鍛造技術を組み合わせることで成形限界が上がり、高精度で複雑形状の成形が可能になる。

鍛造技術としては、閉塞、背圧、分流、時間差といった 複動成形、流動制御技術やサーボプレスによるフリーモーション多段成形、多軸加工によるネットシェーブ化、ワンモーション成形が図られている。両者を組み合わせることで、ネットシェーブ化をはかり、なおかつ成形応力の少ない成形方法としてFCF工法が報告されている。このような特徴を生かした工程レイアウトを組むことで製品のネットシェーブ化が期待でき、切削、焼結、鍛造、射出成形等の他分野からの工法転換が進み、プレス加工の高付加価値化や対象製品分野の拡大につながる。

図4に精密板鍛造品の要求品質とFCF(Flow Control Forging)工法による板鍛造のイメージを示す。

(出典； 2002年29回鍛造実務講座 )

「3. 次世代鍛造技術」

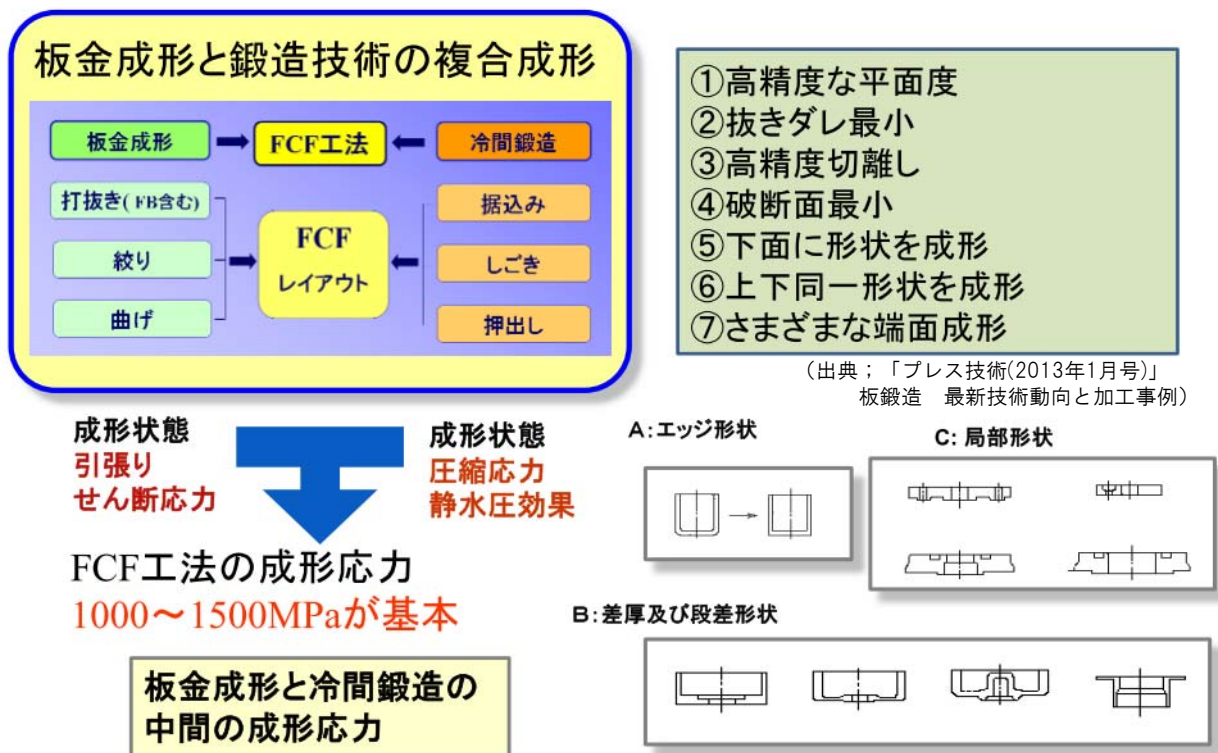
アイダエンジニアリング株式会社 中野 隆志

(出典； 2005年32回鍛造実務講座 )

「板材からスタートの鍛造～板金成形と冷間鍛造の複合～」

アイダエンジニアリング株式会社成形技術センター 中村 誠司

図4. FCF工法による板鍛造

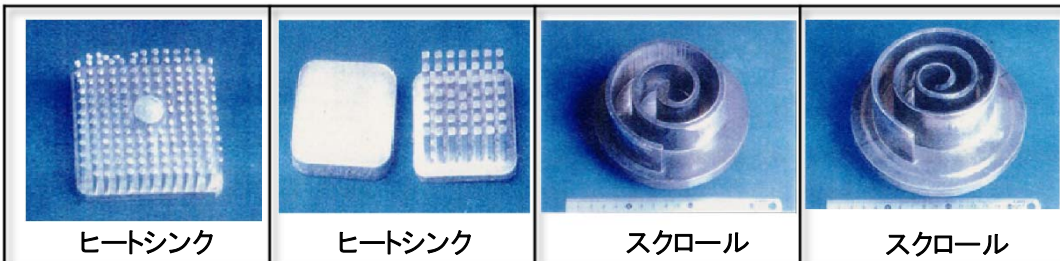


# 鍛造部品サンプル集

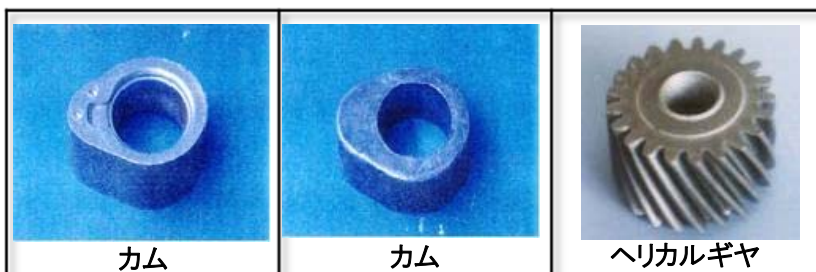
## 閉塞鍛造成形部品



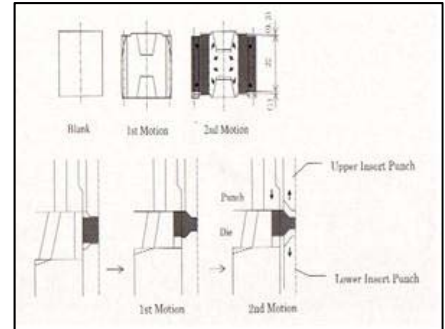
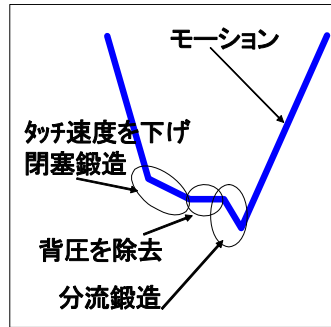
## 背圧鍛造成形部品



## 分流鍛造成形部品







## 閉塞、背圧分流複合鍛造部品



(出典； 2006年33回鍛造実務講座 )  
 「サーボプレスによる鍛造技術革新」  
 コマツ産機株式会社 安藤 弘行

## 一般鍛造成形部品

|   |   |  |   |
|---|---|--|---|
|   |   |   |   |
| ヘリカルギヤ  | ギヤ  | ギヤ   | エキセンシャフト  |
|  |  |  |  |
| アウターレース   | アウターレース   | アウターレース  | ベベルギヤ   |
|  |  |  |  |
| ピストン  | 斜板  | ソケットプレート   | リングギヤ   |




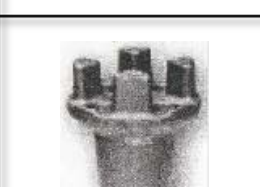
板鍛造成形部品



## 油圧プレス

|  |  |   |  |
|--|--|---|--|
|   |   |   |   |
| シリンダ   | チューブシート  | フランジ  | エキセンシャフト   |
|   |   |   |   |
| Yピース   | ラダーストック  | スピンドル   | カップリング   |
|  |  |  |  |
| シャフト   | ギヤ   | カップリング  | ベアリングケース   |

## ハンマ

|   |   |  |   |
|---|---|--|---|
|  |  |  |  |
| ハブ<br>149kg,外径524mm   | カバー<br>30kg,外径350mm   | スプロケット<br>30kg,外径640mm   | ハウジング<br>83kg,外径494mm   |
|  |  |  |   |
| コンロッド<br>110kg,長さ950mm  | シャフト<br>80kg,外径300mm  | シャフト<br>41kg,幅350mm  |   |

### (3) 鍛造設備(プレス機械)

この項では鍛造製品を生産する主要設備のプレス機械について概説する。このときプレス機械の分類として、一般的な分類とは若干異なり、**縦型プレスと横型プレス、油圧プレス、スクリーブプレス、ハンマ設備**と5種類に分け、後半の4種類については、**縦型プレスとは独立して次項(4)のプレス機械の構造詳細をも含めて本項に記述している**。もちろん(4)項に記載できる内容も含まれているが、あえて独立して本項で取り上げたのは、本部会を構成する各メーカー委員の要望を踏まえたものであることをご理解いただければ幸甚である。しかしながら読者の裁量で構造についてすべてを含めた再構成をしていただければとも考える次第である。

#### 3-1 縦型プレス

鍛造用のプレスでは、鍛造成形に対応できる構造が必要である。

##### 1. 集中荷重に耐えるための高剛性構造

鍛造成形では、成形ステージに最大ではプレス能力の100%に近い荷重が集中的に作用する。

従ってベッド部の構造が一般的なプレス機とは異なる。図1にベッド部の構造の違いを示す。

一般的なプレス機械ではダイクッションの装備や打ち抜きの製品やスクラップの処理に対応するための空間を設けるために、ボルスタを四角いボックス構造のベッド上に配置している。そのため構造上からも、中央集中荷重への対応は難しい。

鍛造用プレス機では、ベッド上面1枚物のプレートが配置されている。ベッド上面のプレート下もリブ等で支えることで補強し剛性を高めて、中央集中荷重に対応した構造となっている。

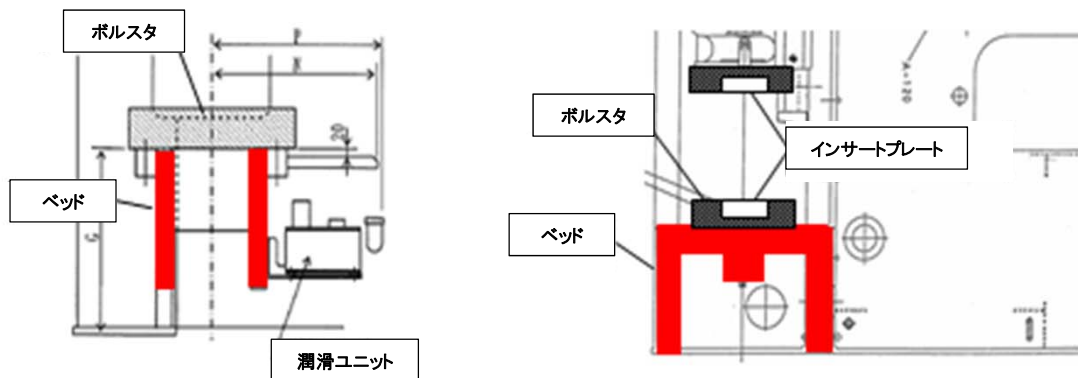


図1. 一般的なプレス機と鍛造用プレス機のベッド構造の違い

##### 2. インサートプレート

成形での集中荷重によりスライドとボルスタの金型との接触部には、通常のスライド、ボルスタの材質ではダメージを受ける面圧が作用する。そのため焼入れされたインサートプレートを設置することで、金型取り付け部の許容面圧を高めた構造としている。

##### 3. ベッドロックアウト

鍛造加工では、成形後の製品は金型内に残っている。その製品を金型から取り出す(ロックアウト)ためのロックアウト装置が必要である。

ロックアウト装置は、プレスの駆動部分よりカムによりレバー機構を介して駆動されるメカ式や油圧を使用する方式もある、いずれも作動タイミングの調整が可能である。



### 3-1-1 クランクプレス

クランクプレスはクランク軸（エキセン軸）を回転させることにより、コネクティングロッドを介してスライドを昇降させ加圧動作を行うプレスである。

このプレスは下死点付近での速度が速く製品の温度低下と金型の温度上昇を抑えることができる為、異形状鍛造品の薄肉化・金型寿命の向上が図れ、温・熱間鍛造プレスでは多く採用されている。

クランクプレスの構造を図1に示す。

クランクプレスのフレームは、スライド、コネクティングロッド、クランク軸を介して鍛造荷重を受ける主要部品である。小型のものは一体フレーム、中・大型になると3分割フレームを4本のタイロッドで締付ける構造のものが多い。

クランクプレスの駆動機構を図2に示す。

駆動源であるメインモータからメインギヤまでが常時回転しており、回転エネルギーを蓄える。クラッチが連結されるとエキセン軸を回転させ鍛造に必要なエネルギーが放出される。下死点前から下死点迄のエネルギーの消費により、フライホイールの回転数は仕事エネルギーに相当する分減少する。（図3）

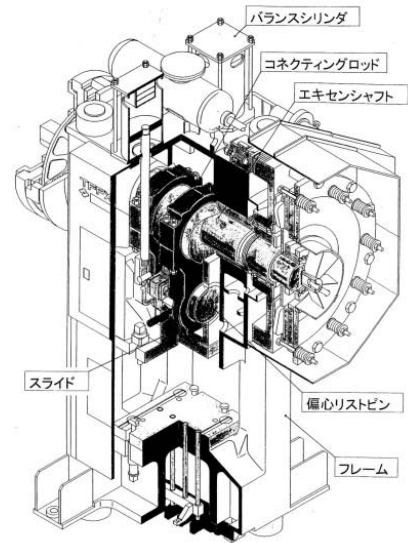


図1. クランクプレスの構造図

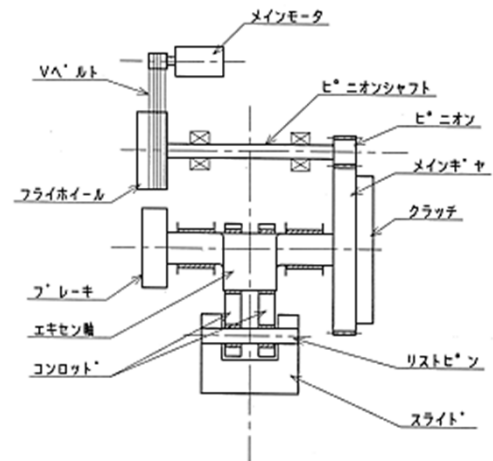
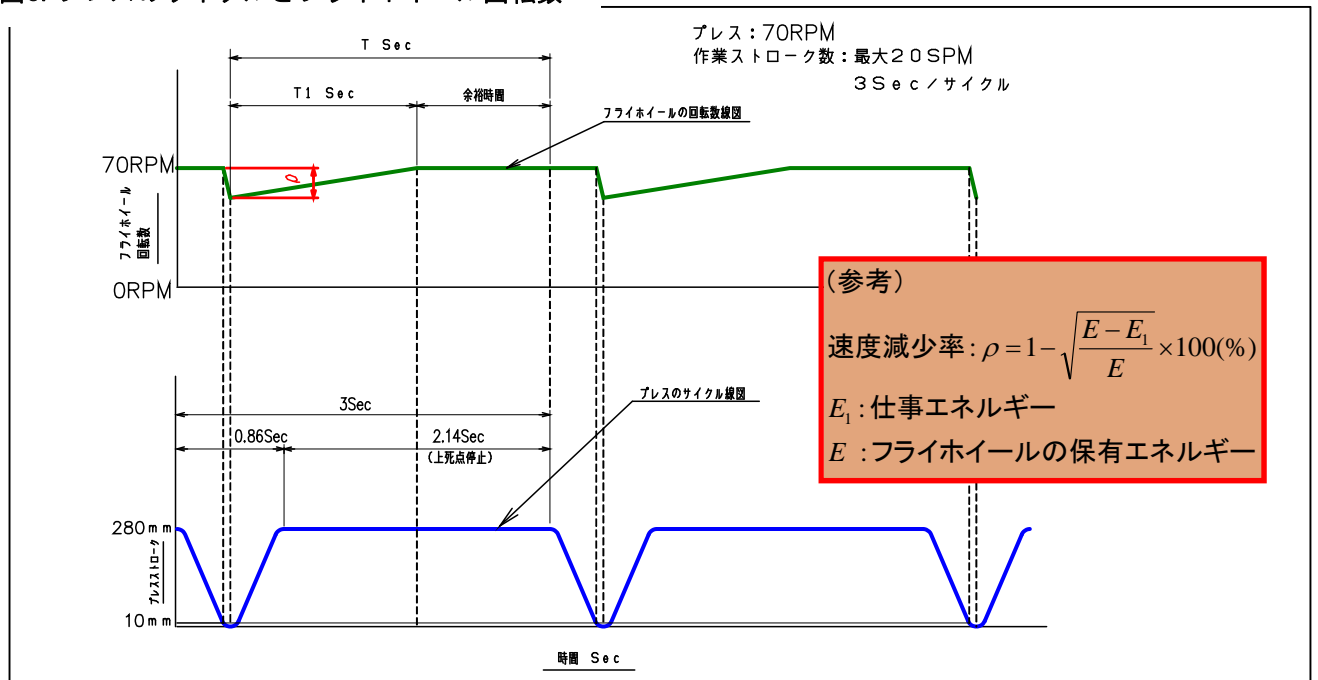


図2. クランクプレスの駆動機構例

図3. プレスのサイクルとフライホイール回転数



この時のフライホイールのスローダウンは最大10~14%程度とし、この鍛造エネルギーと鍛造間隔即ち回復時間によりモータ容量が決定される。万一モータ容量が不適切で、回転数の回復が1サイクルの間で行われなければ、サイクルを繰り返すごとにフライホイールの回転数が減少し、最後には停止してしまう。

モーターの回転数が鍛造仕事エネルギーにより最大10~14%程度減少するのでモーターは高スリップモーターが採用される。

最近では、高効率化のためにインバーターモーターやサーボモーターが採用されることもある。図2はピニオンシャフト付きの比較的大型のプレスものであるが、能力30MNクラスを境に小型のプレスではピニオンシャフトがなくエキセン軸にフライホイール・クラッチが直接取付くタイプが多くなる。

エキセン軸の両側にはクラッチ・ブレーキが設けられ、クラッチ能力は呼称能力の発生が可能な下死点上の距離から決定される。軸物等で下死点上の高い位置から加工開始する場合などは、ストロークvs能力線図でのチェックが必要である。一部小型のものを除き鍛造プレスのクラッチ・ブレーキは乾式のものが使用されてきたが、現在では低騒音・高寿命の湿式クラッチ・ブレーキも採用されている。

その他の主要機能としては、ロックアウト装置、シャットハイト調整装置、バランスシリンダといった機構が備えられている。

温・熱間鍛造では製品と金型の接触時間が金型寿命に大きく影響する。ロックアウト装置は、鍛造直後の製品を上下金型から即座に離型するための機構であり、エキセン軸またはコンロッドと連動するカム式メカニカルロックアウト装置が多く採用されている。近年ではストローク・速度可変式の油圧式ロックアウト装置の採用も多くなっている。

シャットハイト調整装置は、製品の厚み精度確保のために上下金型間寸法を調整するための装置である。高速・高精度シャットハイト調整装置の開発により型打中の調整が可能となったばかりでなく、荷重や製品重量測定による自動フィードバック制御及び歯抜け時等の荷重コントロール制御が可能となり、製品精度向上に大きく寄与している。

エキセン軸、コンロッド、スライドまでの各部品の連結部は全て部品の重力により隙間を持っている。鍛造時の荷重が作用すると隙間が反対側に寄せられるため、合計隙間分だけスライドが持ち上がる状態となる。バランスシリンダは、この時のショックを防止し、滑らかな上下運動をさせるための吊上げ機構である。バランスシリンダの機構は空圧式のものがあるが、最近では吊上げ能力の高い油圧式のものも採用されている。また、クラッチ、ブレーキ共にオフという不測の事態でもスライドの落下を防止する安全機能の役割も担っている。

クランクプレスでは主に熱間・温間鍛造にて自動車用エンジン部品、駆動系及び足回り部品が鍛造されている。代表的な製品例を示す。

駆動系部品



エンジン部品



足廻り部品



近年では、鍛造部品の軽量化、工法変革、成形性の最適化等の要求によりサーボ駆動化したクランクプレスも製作されている。図4は大型の特殊サーボモータを採用することによって開発された大型鍛造用サーボプレスである。

エキセン軸の両端にギアを設け、一段減速ツインギア駆動機構になっている。

4台の低速回転・高トルクのサーボモータにより同期運転する。サーボプレスには非常用ブレーキは付くが、フライホイールやセパレートタイプのクラッチ・ブレーキが無くなり、機構部の部品点数が大幅に削減され保守性が大幅に向上している。

また、エネルギーをコンデンサバンクにて授受することにより、大幅な電源容量の削減が可能である。

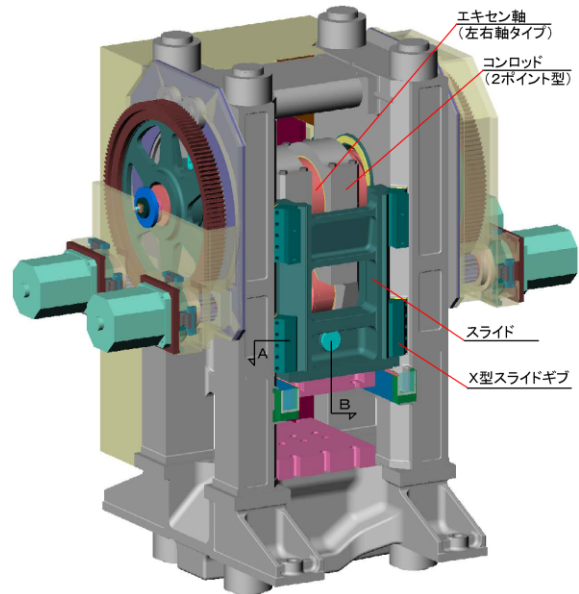


図4. クランク式大型鍛造サーボプレス

クランク軸にサーボモータが取付いた遊星減速機を連結させてクランク軸をサーボモータでダイレクトに起動させる方式も採用されている。(図5. 参照)

サーボプレスの能力は、サーボモータのトルクで決定されるので遊星減速比率が高いと高トルクが発生するプレスになる。

機械式プレスはフライホイールの回転数で有効仕事エネルギーが確保出来るがサーボプレスの有効仕事エネルギーはサーボモータのトルクと負荷時間で決定される。従って、低速鍛造はサーボプレスが非常に有利になる。

サーボモータに瞬発力を与えるためにキャパシタが必要になり大きなキャパシタが必要になるが、キャパシタ容量を小さくするために電氣的なフライホイール機構を利用したシステムもある。(フライホイールモータ)

サーボプレスの能力・有効仕事量・サイクル等はサーボモータの電氣的なシステム能力で決定される。

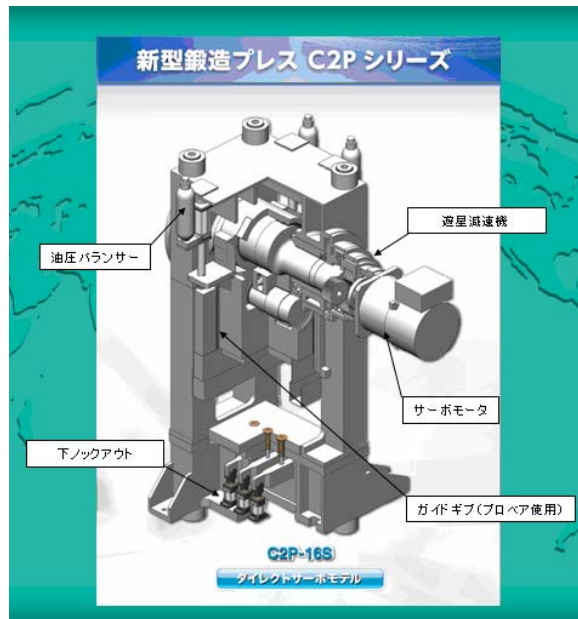


図5. 遊星減速機付き鍛造サーボプレス



### 3-1-2 リンクプレス

スライドの駆動に各種のリンク機構を用いるプレスがリンクプレスである。リンクの接点数を設定することで、成形に適したスライドの速度の設定が可能であり、トルク能力も高い。

図1は、能力6300kNの1ポイントリンクプレスである。リンクプレスは、据込み成形を始め、長軸の前方、後方押しや各種の閉塞鍛造と幅広い鍛造加工に使用されている。

図2にリンク部の構造の一例を示す。このリンク構造では、スライドの高い位置からコンロッドの傾きが小さく。作業域においてスライドに作用するスラスト力が小さいので、成形中のスライドの動的精度が向上する。



図1. 能力6300kNのリンクプレス

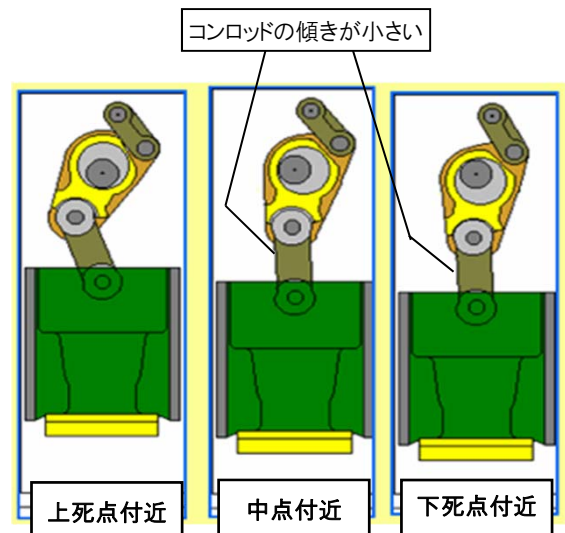


図2. 成形域でのコンロッドの傾き

図3にその他のリンク機構の構造例として、エキセン軸を不等速に駆動するためにウイトウォースのリンク機構がある。駆動機構の特徴は機械プレスの中で剛性の高いフルエキセン軸構造と、リンク機構を内装したトルクユニットによりこのエキセン軸を不等速回転させることにある。この機構により、スライド速度はクランクモーションと比較して加工域では遅く、上昇時は速くなるリンクモーションを可能にする。しかもトルクユニットは加工荷重を直接受けない構造になっており、エキセン軸とコンロッドの機構に関してはクランクプレスと変わらないため、総合すきまも少なく、高精度加工と高い耐久性を有する。

図4は、このリンク構造を持つ2ポイントの鍛造用の多工程トランスファープレスである。

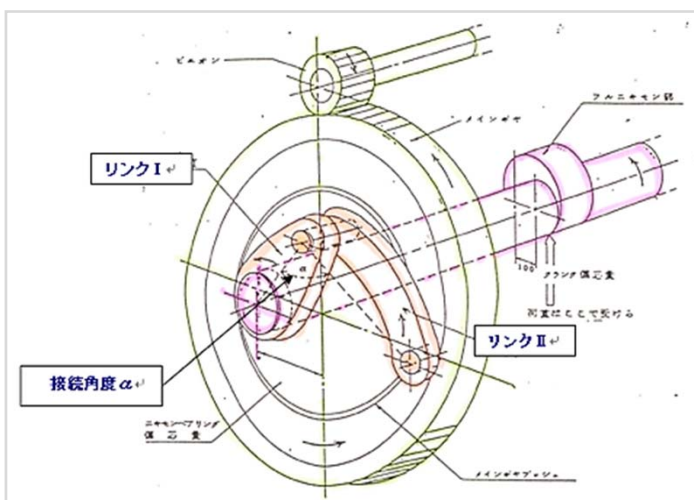
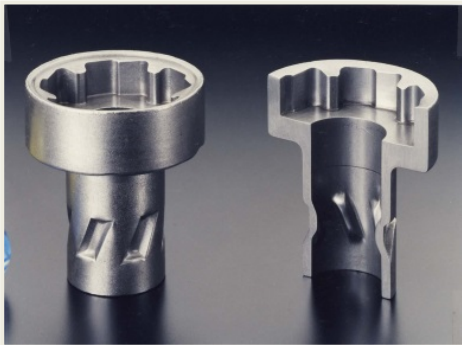
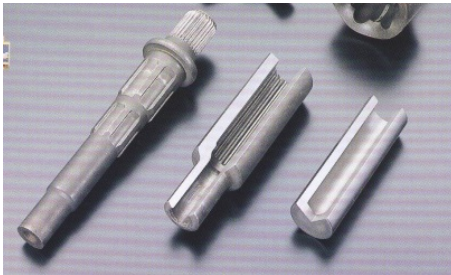


図3. ウイトウォース式リンク機構の模式図



図4. 2ポイントの鍛造用多工程トランスファリンクプレス

# リンクプレスの製品事例





### 3-1-3 ナックルジョイントプレス

ナックルジョイントプレスはクランク軸を回転させることにより、ナックルリンクを介してスライ드를上下に昇降させて加圧作業を行うプレスである。

ナックルとトグルは同じ機構なので、外国ではトグルプレスという名称で呼ばれることもある。ナックルジョイントプレスの構造を図1に示す。

ナックルジョイントプレスは、ナックルリンクに圧縮力が加わるものと、引張力（テンション）が加わる特殊機構にした、テンションナックルジョイントプレスがあるが、両形式ともナックル機構そのものの特性は変わらない。ナックルジョイントプレスの機構を図2に示す。

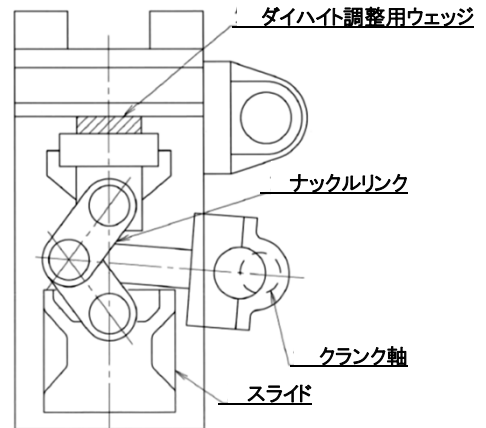


図1. ナックルジョイントプレスの構造構例

このプレスは、クランクプレスに比較して、その機構上ストローク中位においては速度が速く、ストロークの最下部付近でスライド速度が遅くなると共に、大きな加圧力を発生するプレスである。

ナックルジョイントプレスとクランクプレスのスライド運動を比較すると図3の通りとなる。

下死点付近でスライドの加圧速度が最も遅くなるナックルジョイントプレスは、成形開始時の荷重が少なく下死点付近で最大になり、この位置での成形性が要求される据込み成形に適している。

下死点付近で成形が行われるコイニング加工（貨幣に模様を圧印するような加工）は、加圧時間がある程度長くしないと模様を綺麗にだせない（金属材料が金型の窪みに流れ込むのに時間がかかるため）という性質があるので、ナックルジョイントプレスは、コイニング加工に大変適している。

また、冷間鍛造にも多く使用されており、この場合はナックル機構を使うと、小さなクランク軸トルクで大きな公称能力を出すことができる為、同じ公称圧力のクランクプレスより製作コストが安くなる。また、下死点付近の加圧時間が長いので加工精度が良いという利点がある。

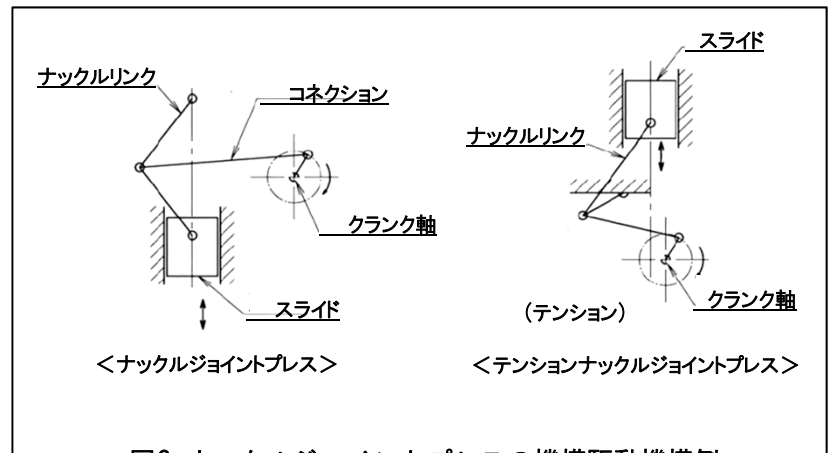


図2. ナックルジョイントプレスの機構駆動機構例

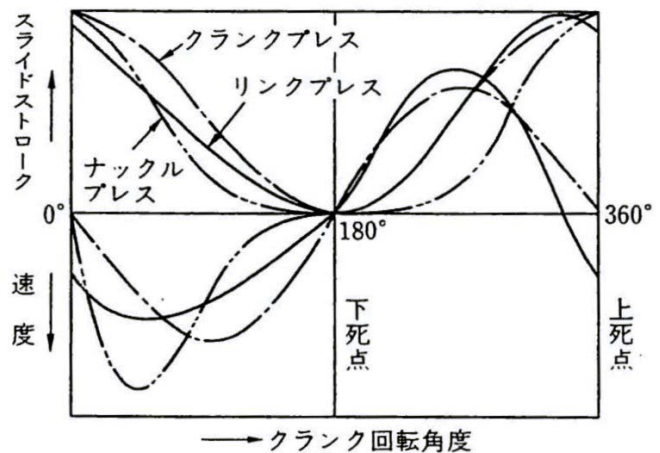


図3. 機械プレスのストローク速度線図

(出典：第91回塑性加工学講座  
「鍛圧加工の基礎と応用」(2003年) P144)



### 3-1-4 クランクレスプレス

クランクプレスでは、偏芯したクランク軸とコンロッドにより回転運動をスライドの往復運動に変換していたが、クランクレスプレスは、歯車と一体になった偏芯板によってスライドの往復運動に変換している。(図1,2,3)

機械の特性のモーションなどはクランクプレスと同じであるが、偏芯している部品が異なるのでその点の特性が異なる。

クランクレスプレスは、荷重点とギヤの位置が同じになるので下死点上の距離が高い位置での高荷重には向かないので鍛造ではなくコイニング・トリミングなどの工程に使用される。

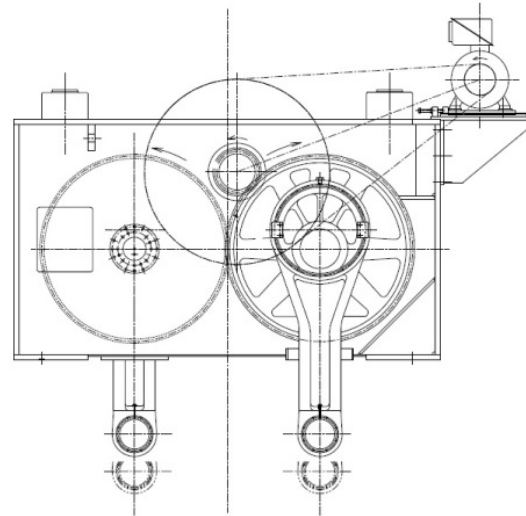


図1. クランクレスプレス構造



クランクレスプレス本体

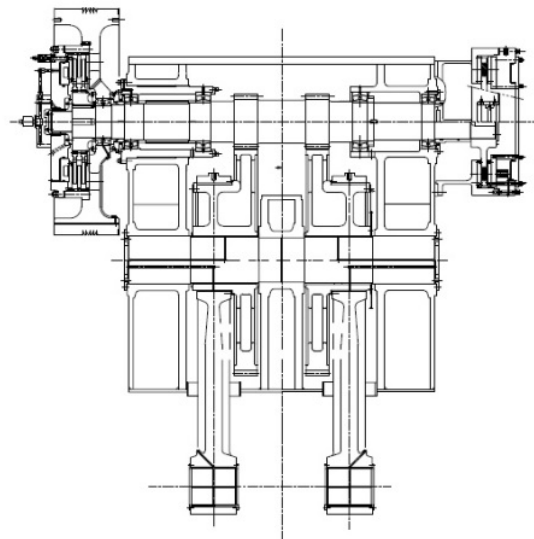


図2. クランクレスプレス構造

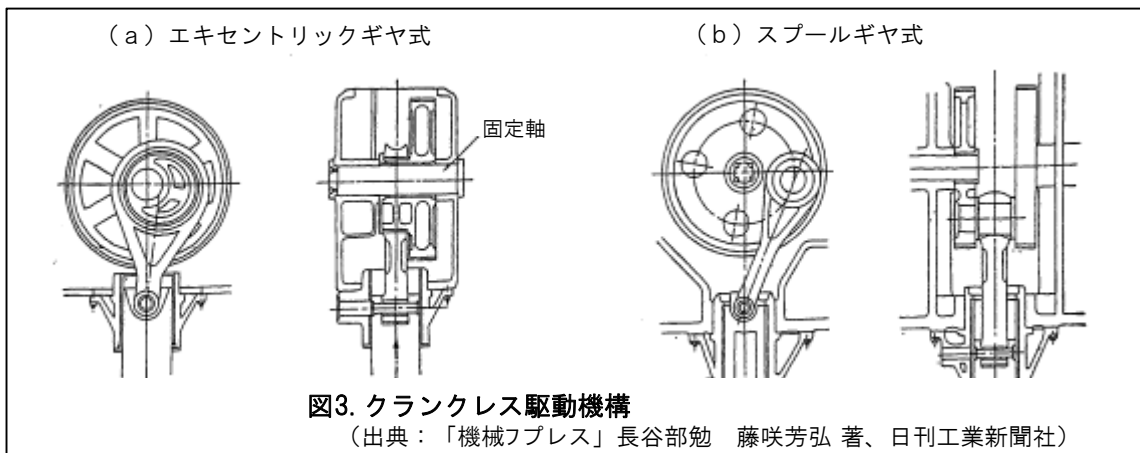


図3. クランクレス駆動機構

(出典：「機械プレス」長谷部勉 藤咲芳弘 著、日刊工業新聞社)

### 3-1-5 スコッチヨークプレス

スコッチヨークプレスはエキセントリックブロックを貫通して配置されるエキセンシャフトを回転させて、その運動をスライドの直進運動に変換する機構を持ったプレスである。

エキセンシャフトとスライドをコネクティングロッドで繋いだクランクプレスと比べ、コネクティングロッドが無い場合プレスの高さを大幅に低くすることが可能である。

また、エキセンシャフト大径部の広い受圧面で荷重を受けることができるので、コネクティングロッドを介している一般のクランクプレスより偏心荷重に強い構造にすることができる。

図1は一般的なスコッチヨーク機構で、スライドの中に組み込まれているエキセントリックブロックの外形が角型で、スライドの中でエキセントリックブロックがスライドのストローク方向と直角方向に滑る方式である。

図2はスライドの中に組み込まれたエキセントリックブロックの外形が丸型で、エキセントリックブロックはスライドの中で揺動回転運動をする方式である。

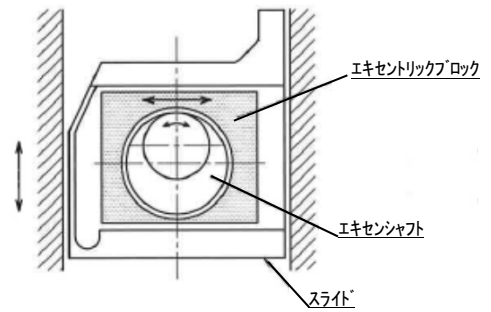


図1. 角型エキセントリックブロック式

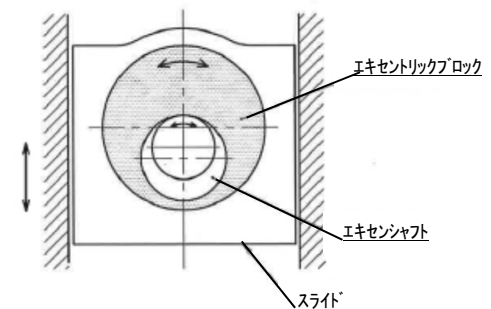


図2. 丸型エキセントリックブロック式

(出典：「板金機械副読本」  
1987年 ニュースダイジェスト社発行 P133)

### 3-1-6 ウエッジプレス

ウエッジプレスは、図のようにフレームとスライドの間に配置されたウエッジをクランク機構で前進後退させて、スライドを昇降させるプレスである。

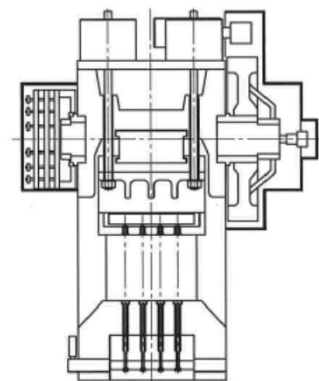
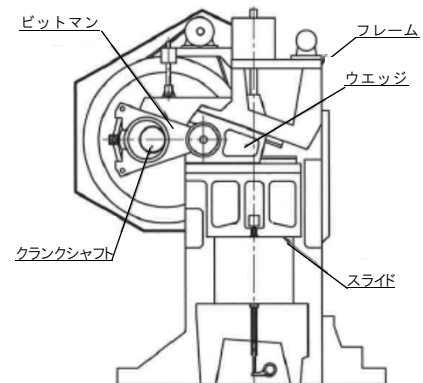
このクランク機構は、一般の堅型クランクプレスと同様にモータ・フライホイールおよびクラッチを介してクランク軸を回転させ、ウエッジを駆動する。

ウエッジの上下面はプレス荷重を受けながら摺動するためガイドプレートが設けられ、上側はフレームとまた下側はスライドと接している。接している面の両側T型のガイド部で連結されており、ウエッジ後退時にスライドがウエッジで引き上げられるようになっている。

尚、ウエッジ下面の広い面積で鍛造荷重を受けることができるので、一般のクランクプレスと比べ偏心荷重に対するスライドのたわみや傾きが小さいという特徴がある。

対象製品としては、自動車エンジンに使われるコネクティングロッドなどのように薄物で厚み精度の必要な製品の鍛造用として採用されているケースが多い。但し、構造上、製品高さが大きくプレスストロークが大きいものには適用できにくい。

また、フレームにはウエッジを駆動するクランクシャフトにより前後方向の力がかかるので、フレームに前後方向の強度を持たせる必要があり、一般に前後のフレーム幅が大きくなる。



## 3-2 横型プレス（フォーマー）

### (1) フォーマーの機構

フォーマーは、主にクランク機構によって駆動される横型プレス的一种である。コイル材あるいはバー材を連続的に供給して所定の寸法に切断し、一对の固定金型（ダイス側）と移動金型（パンチ側）の間に切断された素材を供給し、3～8工程をかけ圧縮力を加え、材料を塑性変形させて所定の形状に成形加工する機械である。

主にボルト、リベット、ボール、パーツおよびこれに類似した形状の製品を冷間または熱間または温間で圧縮力を加え、成形加工する機械である。

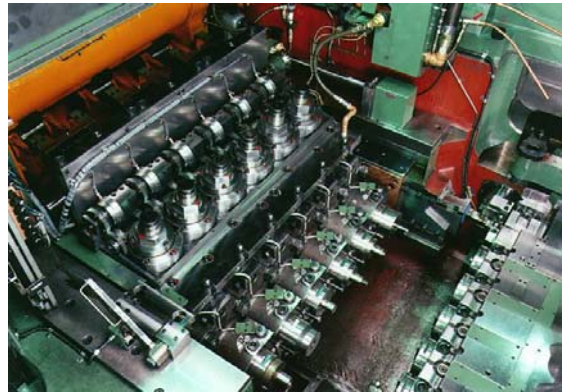


図1. 6段フォーマー



図2. 冷間フォーマーの鍛造事例



図3. 熱間フォーマーの鍛造事例

フォーマーの機構は、主に駆動部、材料送り部、切断部、圧造部、突出し部(KO部)、搬送部、安全部、給油部からなる。

駆動部は、主に4つの系統から成り立っている。メインモータを中心として各機構へ動力を供給する駆動装置、各部への動力の伝達と制御を行なう駆動・制御装置、カムにより決められたタイミングの運動を伝えるカム軸、搬送装置への動力を伝達するトランスファドライブで構成される。

材料送り部は、2枚または4枚のローラで線材を挟み機械内へ送り込む。コイル材の曲がりやを連続的に直線にする矯正機、ローラに線材を挟み線材を送り込むロールボックス、所定の送り長さとなるように運動を与え送り込みの長さを調整できる送り駆動で構成される。

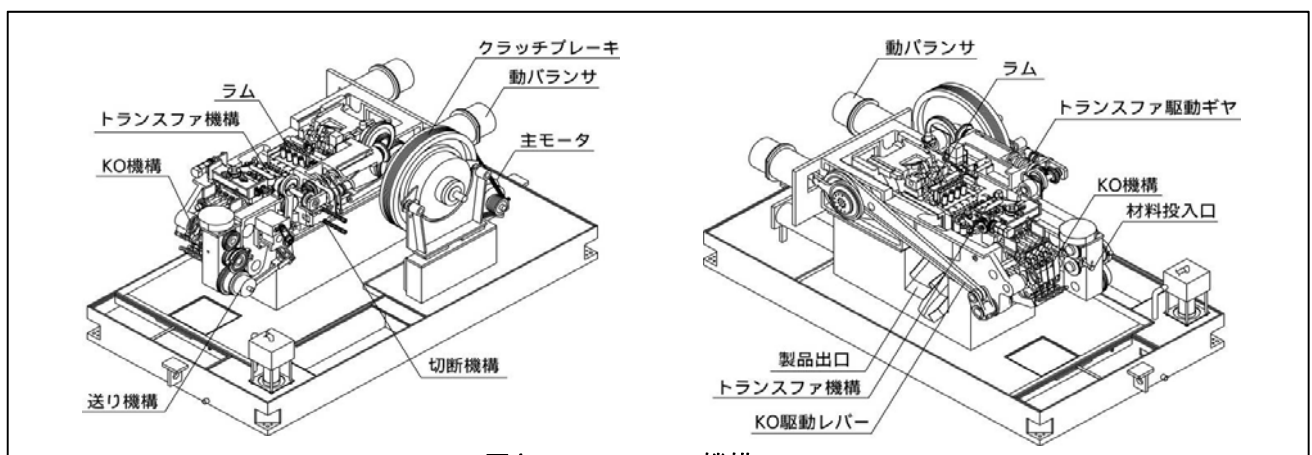


図4. フォーマーの機構

搬送部は、ブランクをフィンガで保持し次工程へ搬送する装置。

ブランクを保持するフィンガをタイミングに合わせて開閉できる機構を備えている。また、成形する製品に応じて、順送り(平行送り)と反転送り(180°のターン送り)を選択することができる。

安全部は、危険防止、防音、油の飛散防止の目的で設置されたカバー

で構成される。フォーマーは自動運転を行なうことから、機械全体をカバーで覆う構造となっている。それらカバーには開閉のセンサが設けられ、カバーが開放した際に機械を停止させる。

給油部は、回転部・摺動部および工具の磨耗を防止するための油の供給を行なう装置。回転部・摺動部の磨耗を防止するための機械潤滑給油と製品・金型の冷却を行なうためのクーラント給油で構成される。

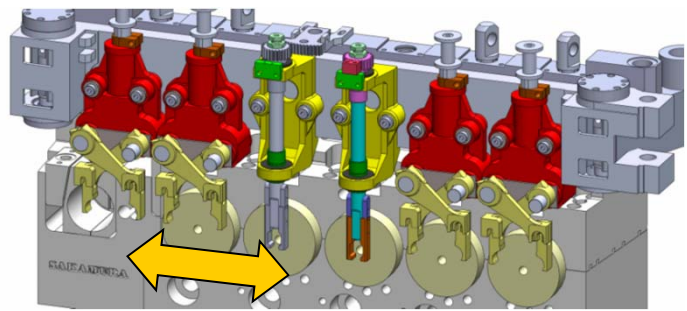
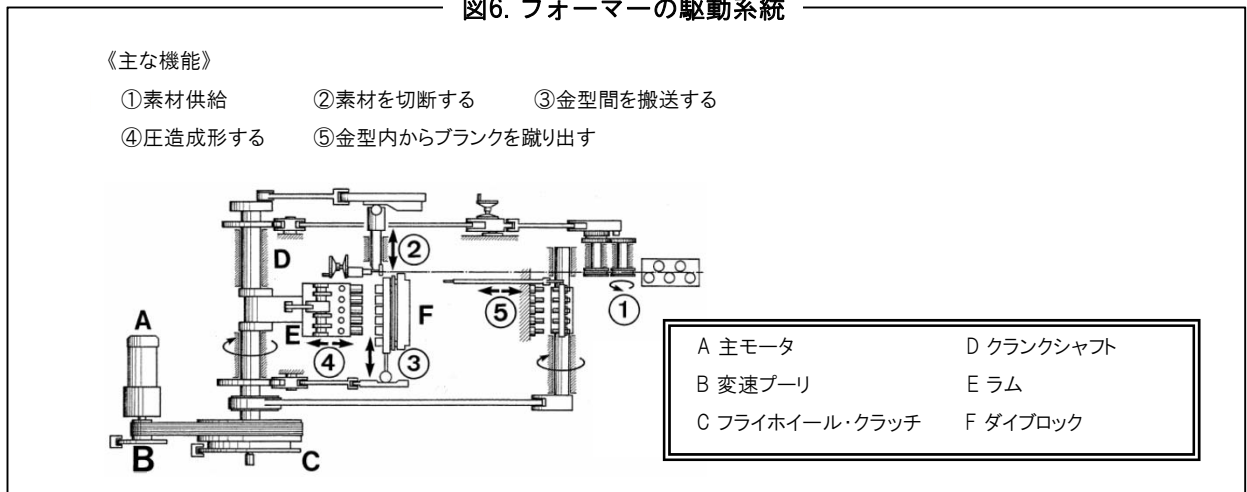


図5. 搬送部

図6. フォーマーの駆動系統



## (2) フォーマーの動作

フォーマーでは、ひとつのメインモータからクラッチを介して全体が連動し、駆動するような系統となっている。このため各機構は、決められたタイミングに合わせて動き、機能している。

図6の例を用いて加工時の機械の動作を説明する。

- ① 矯正ロールを通して直線化された線材は、フィードロールにより機械内へ送り込まれる。その端面がストップに当たると所定の長さで材料送り込みが停止する。その後、カッタで定寸に切断され、切断されたブランクはプッシャの位置まで搬送される。
- ② プッシャの位置でプッシャロッドにより、ブランクがカッタより押し出され、第1トランスファフィンガにチャッキングされる。
- ③ ブランクは、第1トランスファにより第1ダイの位置まで搬送される。搬送されたブランクは、第1パンチにより第1ダイに押し込まれて成形が行なわれる。
- ④ その後、第1キックアウトピンにより第1ダイから突き出され、第2トランスファフィンガにチャッキングされる。
- ⑤ 突き出されたブランクは、第2トランスファにより第2ダイの位置に搬送され、第2パンチで第2ダイの中に押し込まれ成形が行なわれる。
- ⑥ その後、第2キックアウトピンにより第2ダイから突き出され、第3トランスファフィンガにチャッキングされる。
- ⑦ 以降、これら動作を最終工程での成形まで繰り返し行なわれる。



### (3) フォーマーの特徴

フォーマーの特徴としては、

- ① 切断機構を内蔵し、構造上トランスファが容易に行なえることから、素材のコイル材から最終の鍛造加工工程まで連続自動生産させることができる。また、熱間フォーマーにおいても冷却が十分に行なえるので、バー材から最終鍛造製品までの自動生産ができるといった特徴がある。
- ② 毎分数百個から千個といった高速生産が行なえ、生産効率が良い。例えば、圧造能力3,000kNの冷間フォーマーでは、1分間に150個の生産ができる。高速生産を行なうことにより、加工速度が速く、加工熱が逃げにくいいため、鍛造品は高温となり、変形抵抗が低下し、高強度の素材の鍛造が可能となる。
- ③ 連続自動生産で素材のコイル材から最終の鍛造製品まで人的な影響がないため、加工精度のバラツキが少ない。  
などが挙げられる。

### (4) フォーマーの構造

#### 4-1. 素材、線台、矯正機

フォーマーは、一般的に図7の様なコイル材及び線材と呼ばれる材料を使用している。また、コイル材にはボンデ潤滑処理(リン酸亜鉛皮膜処理)が施されており、圧造時の潤滑に大きな役割を果たす。

コイル材を載せる台を線台と言い、コイル状に巻かれた材料を複数のローラを用いて直線的に伸ばす装置を矯正機と言う。矯正機には横型と縦型がある。

コイル材が水平に置かれる場合、水平線台及び横型矯正機が用いられる。利点としてはコイル材をキャリアごと搭載でき段取り性が良いこととコイル材の巻き方向が限定されないことが挙げられる。

コイル材が垂直に置かれる場合、縦型線台付き矯正機が用いられる。線台と矯正機が一体型となっている装置でスペース効率にすぐれている。しかしながらキャリアでの搭載はできず、コイルの巻き方向が限定される。縦型矯正機は主に大型機に用いられる。



図7. コイル材

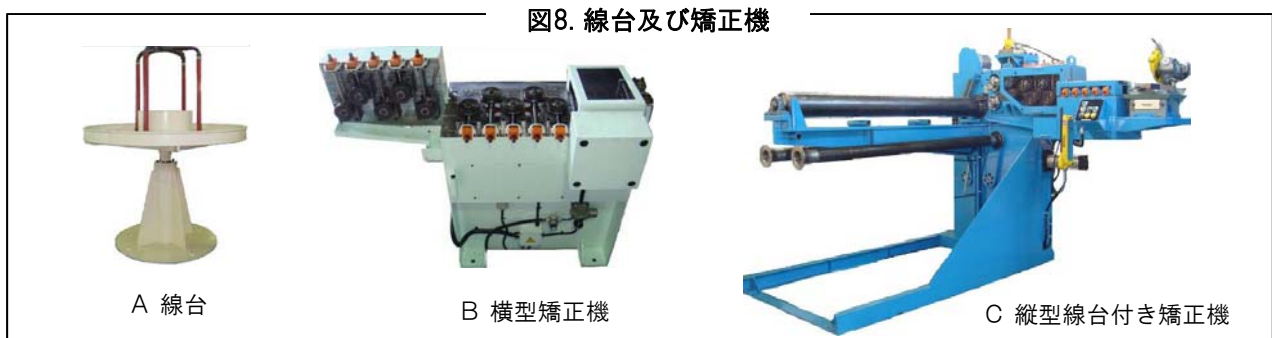


図8. 線台及び矯正機

また、主に熱間フォーマーにおいては、バー材を用いる。バー材の材料供給はバーラックで行われる。バー材は真直に矯正する必要は無いが、コイル材と異なり一本の長さが制限されるため、バー材同士で押し合いながら送り込むこととなる。そのためバー材先端及び後端はスクラップとすることがある。よって、連続稼働中には、材料の端面をスクラップ処理するための全自動端末処理システムが必要となる。

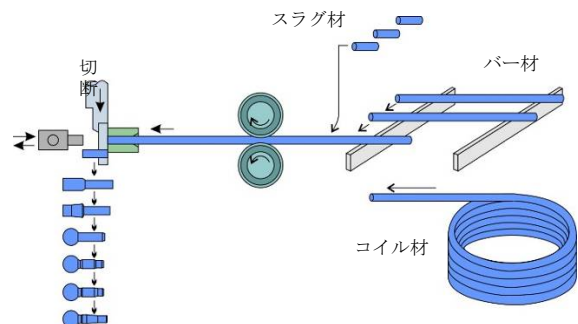


図9. 素材の供給

#### 4-2.材料送り部

材料送り機構は、材料をクランプし、機械内の切断機構へ送り込むための機構である。

矯正機を通して送られた素材は、上下に設置された一対もしくは二対の送りロールによってクランプされる。送りロールは、機械に連動し素材を機械内へ送り込む方向に動作する。

送り長さは、必要な切断長さに応じて調整することができる。長さ調整は、手動調整や電動調整の種々方法がある。長さ調整の機構は、図11の中間レバー内部に設けられたねじを回転し、中間ロッドの位置を変化させ行う。中間ロッドの位置が変われば、送り駆動レバーの動き量が変わり、材料を送り込む量も変化する。送りロールは、空圧によって素材を挟み込むが、その挟み込む圧力は線径、素材硬度、材質などによって調整する必要がある。

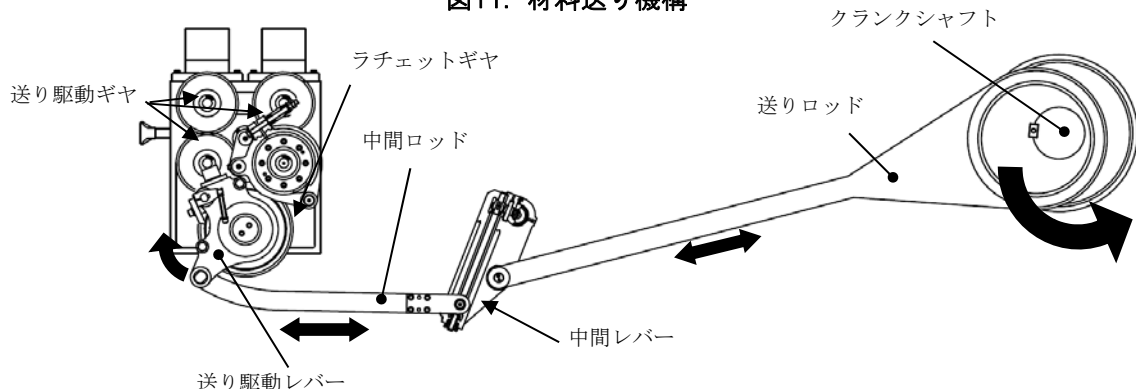
送りロールによって送り込まれた材料は、固定側切断金型(クイル)、移動側切断金型(ナイフ)を通り、材料ストッパに接触することで切断長さが決定する。送りロール方式においては通常「送り長さ>切断長さ」となり、その差の分は送りロールと素材の間でスリップさせることにより、確実に材料ストッパに接触させている。

切断長さを変える時、材料ストッパを前後させ、クイルからの距離を変化させる事で、切断長さを変更する。



図10. 送りロール

図11. 材料送り機構



材料送り機構には、送りロール式の他にグリップ式による送り機構がある。

素材を上下に配置されたV字型ブロックによって強力で挟み込んで送り込む方式で、送りロール式のように材料とロールの間でスリップすることがない。それゆえ、送り量を止めるストッパがないため、切断した端面にはストッパによる傷がなく良好な切断が得られる。グリップ力の発生源は、空圧、油圧、スプリングなどがある。

#### 4-3.切断部

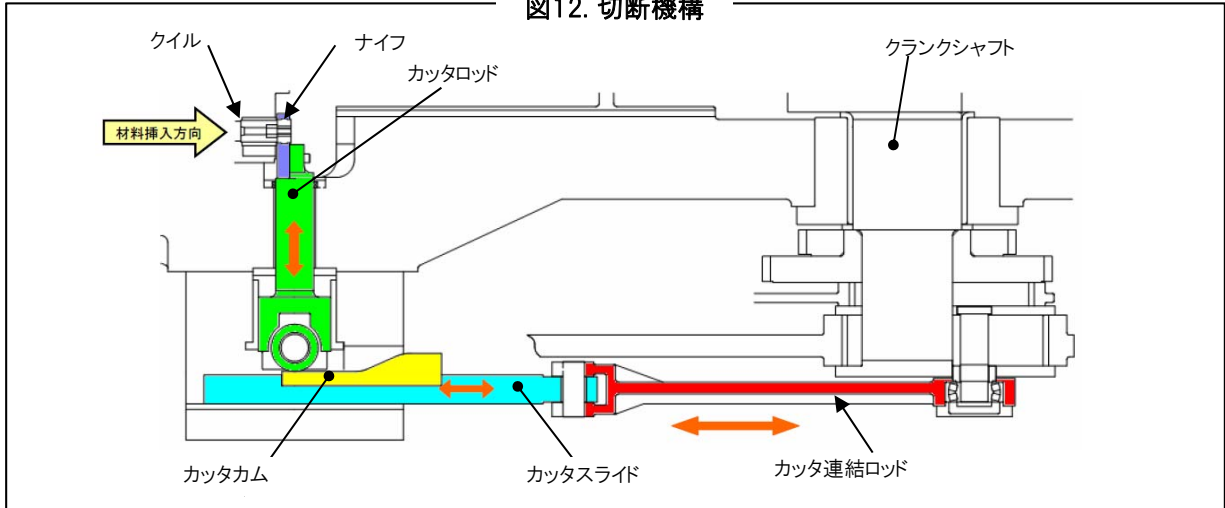
切断部は、材料送り機構により送られた材料を定寸で切断し、搬送装置へと排出するための機構である。

一定の送り量で送り込まれた後ストッパで制止された素材は、図12のような機構を用いて、クイルとナイフにより所定の切断長さに切断される。一般的に切断面の良し悪しは、素材の材質、硬度などに左右されるが、切断機構のメカニズムや剛性も大きな要因となる。

良好な切断を得るためのメカニズムの一つには、切断速度が上げられる。通常切断速度、特にナイフが素材に押し込まれる初速度が速い方が優位である。初速度をあげるため、カッタロッド内にスキマを設け加速させた後、切断動作へ入るようなインパクト切断と呼ばれる機構を採用しているものもある。



図12. 切断機構



#### 4-4. 圧造部

圧造部とは、固定金型のダイスと移動金型のパンチを用い、材料を塑性変形させ製品を成形する機構である。フォーマーでは、3～8段の圧造工程を有している。

所定の長さ切断されたブランクは搬送装置（トランスファ）によって圧造工程に搬送され、パンチとダイスで成形される。製品成形を行う場所であるため、精度は重要課題となる。製品精度を向上させるため、圧造部の剛性は不可欠な要因である。製品精度を左右する要因としては、クランクシャフトをはじめとする構成部品の剛性、そしてフレームの剛性、受圧面の耐圧・構造、そしてスライドの直進性がある。

フレームに関しては、鋳鋼を使用し、箱型一体構造の高強度構造を採用している。

スライドにおいては、直進性をあげるため、大幅な側面のスライド面とウィング式の上下スライド面を確保。またスライド後方には直進性を向上させるため、オーバーアーム構造とした補助のスライド面を有している。

圧造部のパンチ側には、前後方向に圧力調整を行うパンチ調整が設けられている。テーパ上スペーサを配置しており、このスペーサをねじにより上へ引き上げるとパンチは圧力が増加する方向へ移動される。逆の動作を行えば圧力が下がる方向になる。フォーマーは、高速で連続的に生産するため、熱影響による長さ方向の寸法変化が発生しやすい。製品精度要求によっては、稼働開始後もパンチの前後調整が必要となることが多い。よってパンチの前後調整においては、運転中でも自動で調整できる装置も開発されている。

他にダイスとの芯だし調整を行うため、上下左右方向へ調整できる機能が、各工程に設けられている。

図13. ラムスライドとフレーム

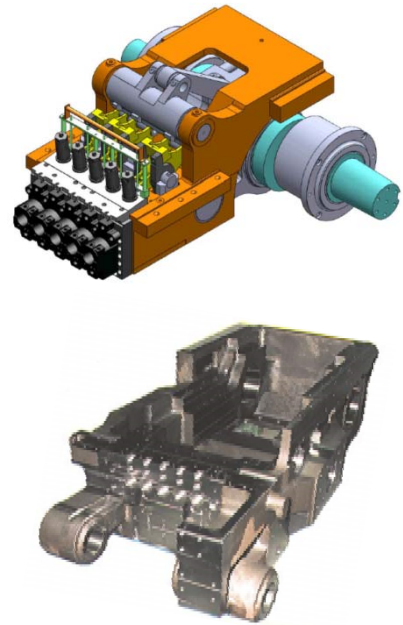
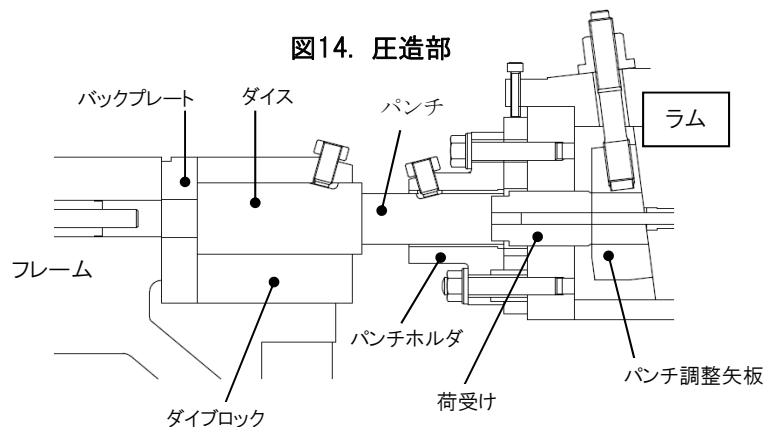


図14. 圧造部



#### 4-5. KO部

KO機構とは、圧造したブランクをダイスから排出するための機構である。

ダイスから蹴り出されたブランクは、チャック爪で保持され、トランスファ機構によって次工程へと搬送される。

KO機構は、クランクシャフト上に設けられたエキセンフランジから、KOロッドを介してKO駆動レバーを駆動する。KO駆動レバーへ伝えられた力はKOハンマボルトを通して、KO本ピンに伝わりブランクを排出する。

KOピンは、ブランクの蹴り出しの他に成形時の圧力を受ける働きがある。成形時のKOピンの位置調整は、フレーム内に設けられたパイプ状のKOパイプネジで行う。KOパイプネジは、外周にねじ加工が施され、フレームに加工されたねじ穴に取り付けられている。

KOピンで受けた荷重は、KO中間ピンからKOパイプネジに伝わり、フレームでそれを受ける構造となっている。

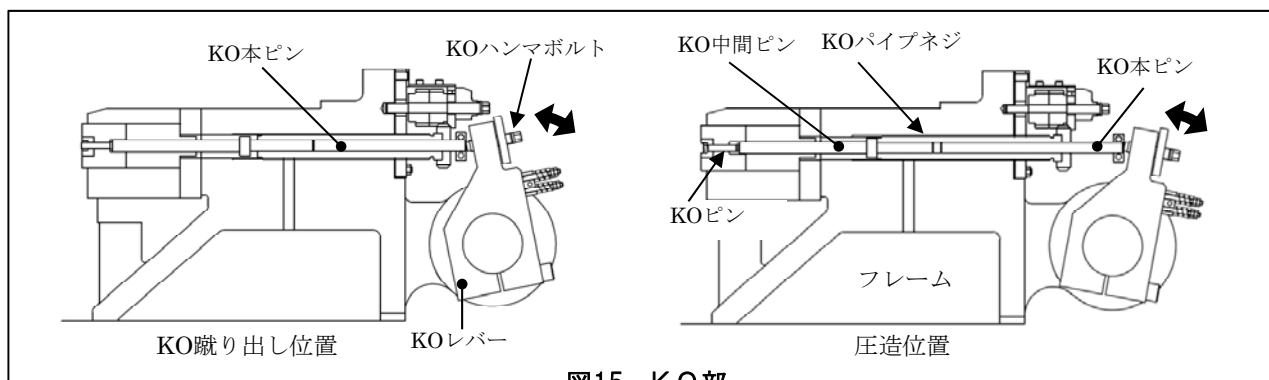


図15. KO部

#### 4-6. トランスファ部

トランスファとは、切断及び圧造したブランクを次工程へ運ぶ搬送機構である。

ブランクのクランプは、トランスファユニットに取り付けられたチャック爪で行われる。

多工程プレス機では工程間のブランク搬送は、機械とは別ユニットで構成されることが多いが、フォーマーでは機械に内蔵されている。

KOでダイス面まで押し出されたブランクは、トランスファ装置に設けられた金型のチャックでクランプされ、次工程に順次搬送される。

チャックには、ブランクの形状や金型構造によって異なる機能が求められる。

チャック爪が開いたり閉じたりするオープンチャック、ダイス側とパンチ側を反転しながら搬送するターンチャック、バネの力でクランプし平行搬送するクローズチャックがある。

チャックの方式は圧造する製品や金型構造によって最適な方法が必要となる。パーツフォーマーでは、工程ごとにオープンチャックやターンチャックを選択することができるカセット式のチャックが主流である。

オープンチャックは、ブランクの形状や金型構造によってオープン・クローズするタイミングを工程ごとに変更させることができる。タイミング調整は、オープンとクローズのそれぞれに独立した回転カムが設けられているため、必要なタイミングに合わせそれぞれを調整する。

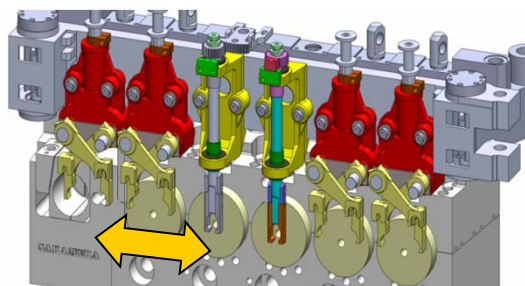


図16. チャックカセット

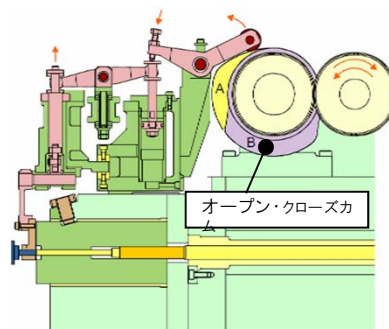


図17. オープンカム

駆動系統としては、クランクシャフトからギヤを介してトランスファカムへと回転運動が伝えられる。回転するトランスファカムに追随するトランスファレバーの反復運動は、ダイス間を往復するトランスファユニットへと伝えられ、ブランクの搬送を行う。

高速運転を行うフォーマーにおいては、トランスファの安定性が非常に重要な要素となる。これを安定的に行うためにトランスファの駆動カムはダブルカム方式を採用している。通常カムは、1枚のカムにバネもしくはエアを用いてローラを押し当てることにより駆動する。ダブルカム方式においては、搬送側と戻り側の2枚のカムを一体構造とし、それに追従する2つのローラを用いることにより、常にどちらかのカムとローラが接している状態となる。この方式を用いることにより高速運転においてもいわゆるカム飛びを起こさない安定的な構造としている。

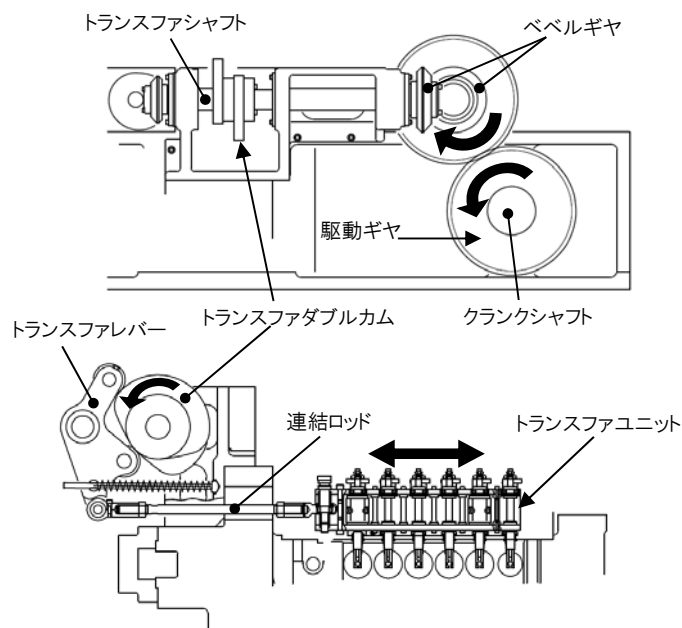


図18. トランスファ機構

#### 4-7. PKO部

圧造工法によって、パンチ側の抵抗がダイス側の抵抗を上回るとき、圧造ブランクがパンチに密着したままでダイスから抜け出る事がある。

PKOは、パンチ側に密着しようとする圧造ブランクをダイス側に残すため、ラムの動きに同期して蹴り出すための装置である。その押し出すタイミングはダイス側のKOとパンチ側のPKOでは異なるタイミングとなる。PKOは、圧造点より動作を開始し、スライドの後退に合わせた押し出しとなる。スライドが10mm下がれば10mmの押し出し、20mm下がれば20mmの押し出しとなるようにスライドの動きに合わせて同期的な押し出しとなる。PKOはクランクロッドに設置された連結ロッドを介してPKOカムを駆動するため、スライドの動きに同期する構造となっている。

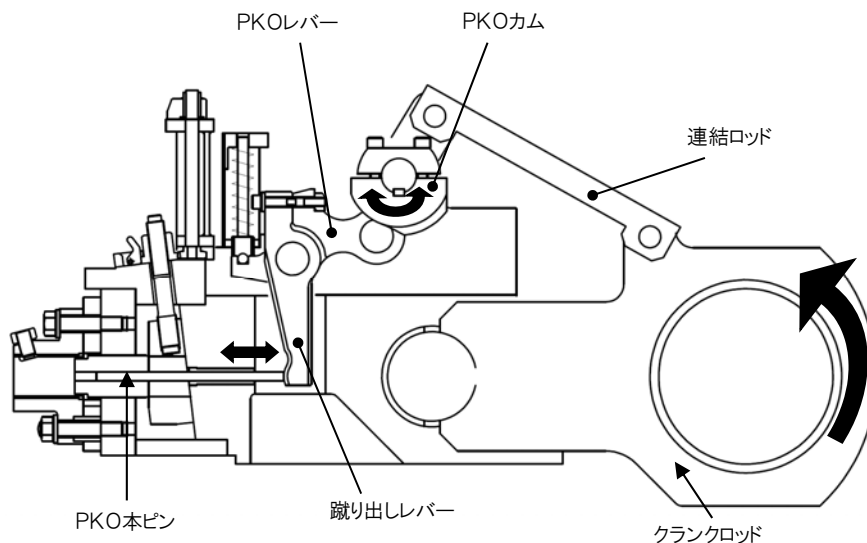


図19. PKO機構



### 3-3 油圧プレス

#### (1) 概要

油圧鍛造プレスは、鍛造作業の内容から自由鍛造プレス、型鍛造プレスの2種類に大別される。自由鍛造プレスは、熱間で行われるが、型鍛造プレスは、熱間、温間、冷間等に分けられる。

熱間鍛造プレスは、熱した加工物を圧縮成形するため、時間が長くなると加工物の熱が金型へ移動したり、放熱により下がってしまい加工が出来なくなってしまうため、プレスの速度（下降、加圧、上昇）の早いものが要求される。

(図1)



図1. 1500T 熱間鍛造プレス

#### (2) 鍛造の方法

自由鍛造と型鍛造にわけられる。

##### 1) 自由鍛造

上下一対の押型の中に素材を置き、素材を打撃・加圧して荒形状成形するもので、大型の熱間鍛造製品に用いられる。(図2)

図2. 様々な自由鍛造プレス



10000T 熱間鍛造プレス  
 テーブル: 3500x6000mm  
 ストローク: 3000mm  
 デーライト: 6800mm



15000T 自由鍛造プレス  
 テーブル: 4000x3500mm  
 ストローク: 2500mm  
 デーライト: 4450mm  
 加圧速度: 20~60mm/s



5000T/10000T 鍛造プレス  
 テーブル: 3500x6000mm  
 ストローク: 3000mm  
 デーライト: 6800mm  
 ストローク数: 45SPM

##### 2) 型鍛造

製品の形状を彫り込んだ上下一対の鍛造型の中に素材を置き、鍛造型を近づけて押しつぶし、所定の形に成形するもので、中・小型の部品製造に用いられる。

(図3)



図3. 6500T 熱間鍛造プレス

ストローク: 1300mm  
 デーライト: 2600mm  
 テーブル: 1700x2480mm

### (3) 鍛造の分類

熱間鍛造、冷間鍛造、溶湯鍛造の三つに分けられる。

#### 1) 熱間鍛造

鍛造素材を1000度～1200℃に加熱後鍛造する。加熱することにより素材の抵抗値が小さくなり、鍛造しやすくなる。自由鍛造プレスに要求されるものに次の事項の様なものが有る。(図4)

- ① 熱間で使用するのので、熱に耐える構造であること。
- ② 油圧作動油が漏れて火災等が発生しない様対策が取られていること。
- ③ 製品を目視しながらの作業が多いので鍛造状態を良く見えるような構造であること。
- ④ 作業中プレスフレームが偏芯荷重を受けやすいので、高い剛性を持った構造とすること。
- ⑤ マニプレーター(製品のハンドリング装置)との連動作業が有るため操作性が良いこと。
- ⑥ 加工作業を早く行うための高SPM(1分間のストローク数)を有すること。



図4. 9000T 熱間鍛造プレス  
ストローク:1300mm  
デーライト:2700mm  
テーブル:1800x2500mm

#### 2) 冷間鍛造

常温で鍛造する方法をいう。仕上がりの製品の寸法精度が熱間鍛造より優れる。精密な鍛造が出来る様に十分な機械剛性と高精度を要求される。(図5)

#### 3) 溶湯鍛造

鑄造による凝固収縮による、鑄巣の発生を防ぐために、素材半凝固状態にして金型に入れプレスで加圧する。寸法精度の良い、緻密な鑄肌の製品を製造出来る。アルミニウム製品等に用いられる。(図6)



図5. 500T 冷間鍛造プレス  
ストローク:600mm  
デーライト:950mm  
テーブル:1200x1000mm



図6. 350T/250T 溶湯鍛造プレス  
ストローク:1100mm  
デーライト:1500mm  
テーブル:800x800mm



#### (4) プレス形式の分類

プレスには、油圧式と機械式がある。油圧式は、クロスヘッドの加圧力と速度、位置を自由に決められるため、大型自由鍛造に適している。ここでは、油圧について述べる。

##### 1) サイドフレーム式鍛造プレス

プッシュダウン式—フレームをガイドとして、クロスヘッドを押し下げてプレスするもの。大型プレスに採用されている。大型鍛造プレスは、複数のシリンダーを持ち、能力切換え、速度切り替えを容易に行えるよう設計されている。(図7)

図7. 様々なサイドフレーム式鍛造プレス



15000T 油圧鍛造プレス  
高さ:地上13m、地下8m  
幅:8.5m  
オープンハイト:3300mm  
ストローク :2500mm  
テーブルサイズ:4000X3000mm



2500T 鍛造プレス  
テーブル:3250x1500mm  
ストローク:1700mm  
デーライト:2500mm



1500T 鍛造プレス  
テーブル:3000x1250mm  
ストローク:1300mm  
デーライト:2000mm

##### 2) 4柱式鍛造プレス

◇プッシュダウン式：タイロッドをガイドとして、クロスヘッドを押し下げてプレスするもの。加圧シリンダーが、鍛造作業スペースの上に位置するため全体の重心位置が高くなる。高い建屋が必要になる。(図8)

◇プルダウン式：フレームが上下に押し下げられてプレスするもの。加圧シリンダーが、鍛造作業スペースの下に位置するため全体の重心位置が低くなる。地上高さが低くなる。(図9)



図8. 1500T 4柱下降式油圧鍛造プレス  
ストローク:1400mm  
デーライト:2500mm



図9. 1500T プルダウン式油圧鍛造プレス  
ストローク:1000mm  
デーライト:2800mm



### 3) 2柱式鍛造プレス

4柱式の2本の柱を1つにまとめて2本にしたもの。鍛造作業位置を容易に監視出来る。作業部に容易に近づく事が可能で作業性が良い。(図10)

図10. 2柱式鍛造プレス



3600T 2柱式油圧鍛造プレス  
ストローク:1950mm  
デーライト:3200mm  
テーブル:4000x1500mm  
加圧速度:67mm/s



6000T 2柱式高速鍛造プレス  
ストローク数:100SPM  
ストローク:2800mm  
加圧速度:115mm/s

### 4) 片持式鍛造プレス

プレス前面3方が空いているため、素材の取り扱いが容易で、比較的小物の鍛造作業に適している。ラムとクロスヘッドは、ボールジョイント構造で結合されて、アンバランスロードを吸収し、機械の耐久性を増大させている。

角型のクロスヘッドは、偏心荷重に耐え、摺動面摩耗時の調整も容易におこなえる。(図11)

図11. 片持式鍛造プレス



750T C型油圧鍛造プレス  
60 SPM 連打仕様  
ストローク:1000mm  
デーライト:1900mm  
ギャップ:800mm



1000T C型高速鍛造プレス  
ストローク数:50~60SPM  
テーブル:1150x4300mm  
ストローク:1000mm  
デーライト:2000mm  
ギャップ:850mm

## (5) プレスの補助装置

### 1) マニプレータ

鍛造工程でプレス内に素材の入出し・回転等をプレスと連動して作業を行う。(図12)

### 2) 油圧ユニット (図13)



図12. マニプレータ



図13. 油圧ユニット

(10000T鍛造プレス用 主ポンプ 560L/min x 16台使用)

## (6) 油圧鍛造プレス 各部位の名称とフレーム構造

フレームは、プレスの金型間に発生する加工力の反力を支持するもので、プレスを構成する重要な部分である。フレームは、プレス構造により、四柱式(図14)、サイドフレーム式(図15)、C型(図16)等に分類されている。

図14. 4柱プッシュダウン式鍛造プレス

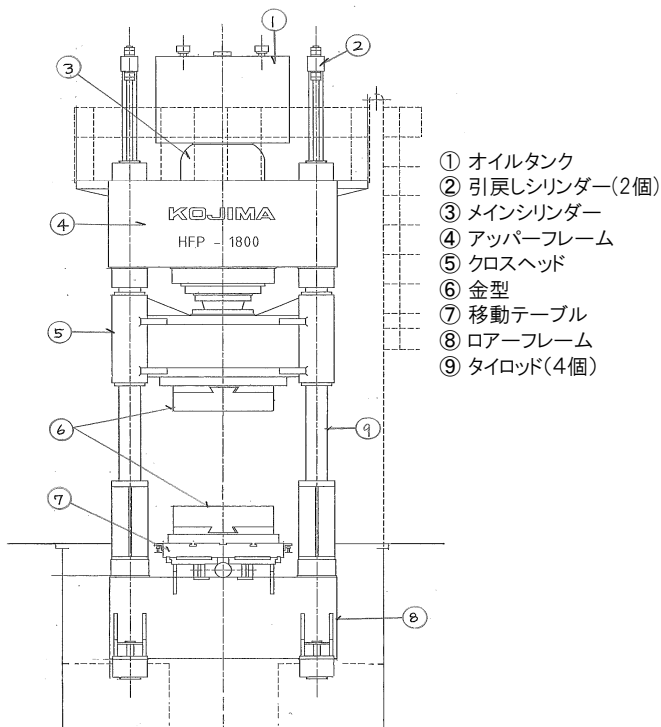


図15. サイドフレーム式鍛造プレス

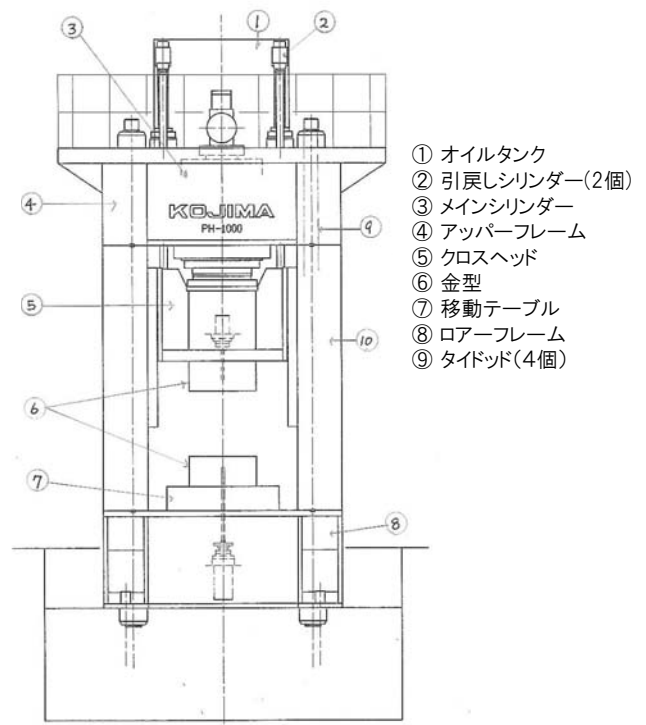
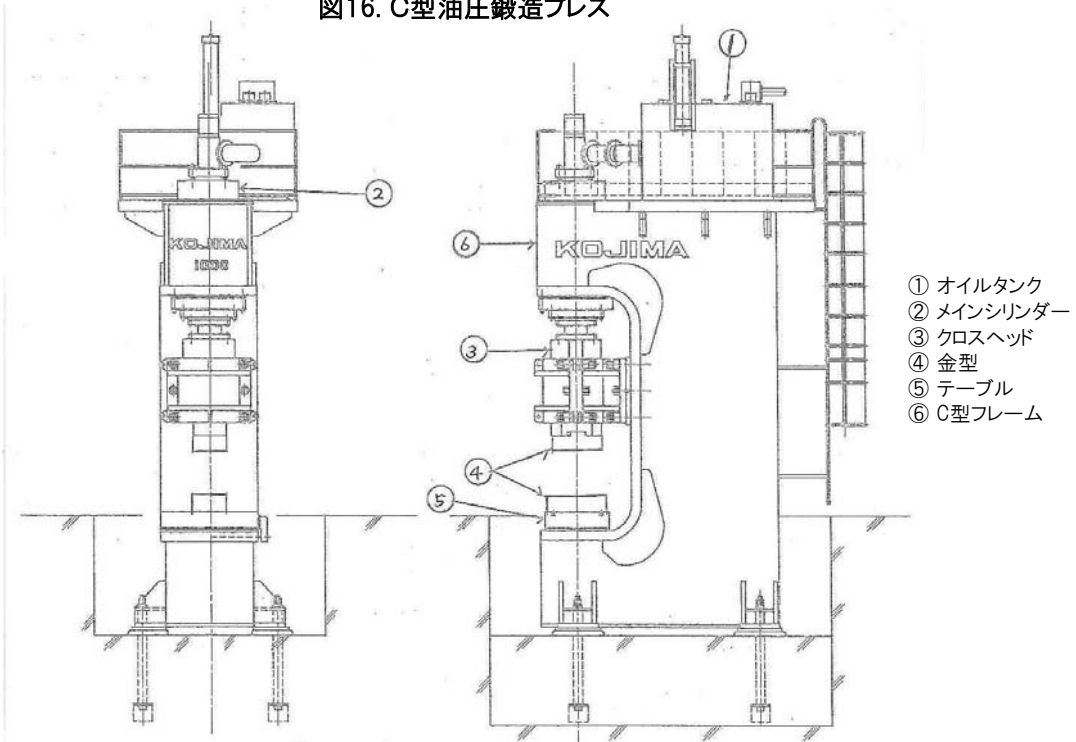


図16. C型油圧鍛造プレス

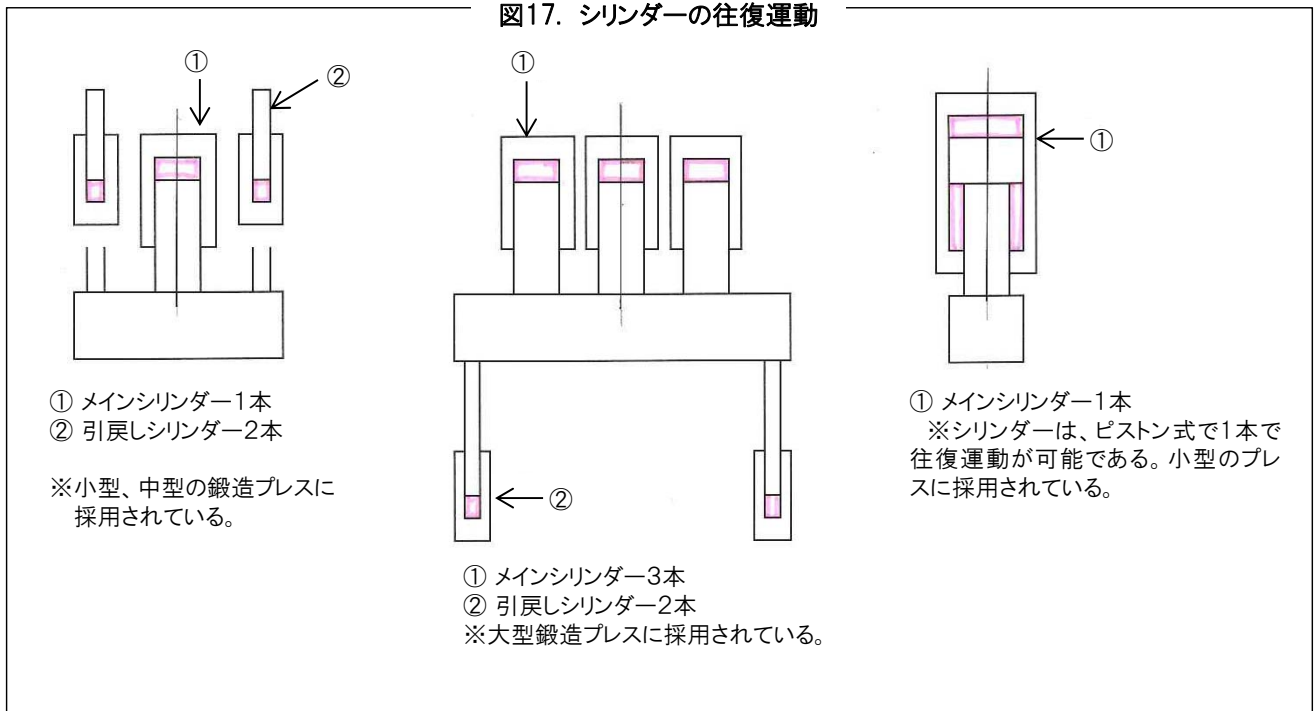


- ① オイルタンク
- ② メインシリンダー
- ③ クロスヘッド
- ④ 金型
- ⑤ テーブル
- ⑥ C型フレーム

(7) 油圧鍛造プレス 往復運動機能

油圧鍛造プレスのクロスヘッドの往復運動は、油圧シリンダーに油圧ポンプから作動油を送り込むことにより行われる。プレスの大きさ、シリンダーの型式により下記に大別される。(図17)

図17. シリンダーの往復運動





### (8) 油圧鍛造プレスのかロスヘッモのガイド機構

クロスヘッモは、その下面に上型を取付、コラムやサイドフレームをガイドとして、シリンダーにより上下運動を行う。ガイド方式は、コラムをガイドとする四柱ガイド式(図18)とギブでガイドをするギブガイド式(図19)に大別される。

油圧鍛造プレスは、偏芯荷重に耐える剛性を要求される。

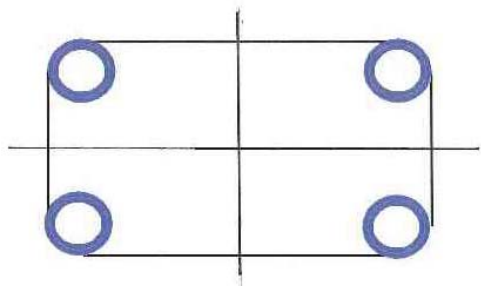


図18. 四柱ガイド式

四柱式油圧鍛造プレスに採用されている。ガイド調整が出来ない。

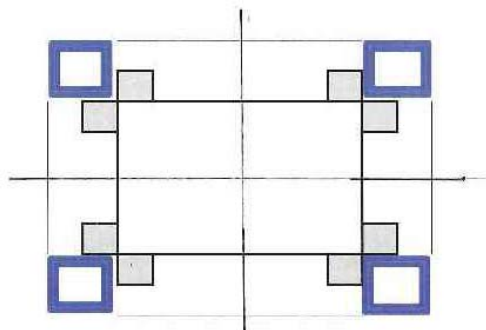


図19. ギブガイド式

サイドフレーム式油圧鍛造プレスに採用されている。ガイド調整が可能である。

### (9) ノックアウト機構

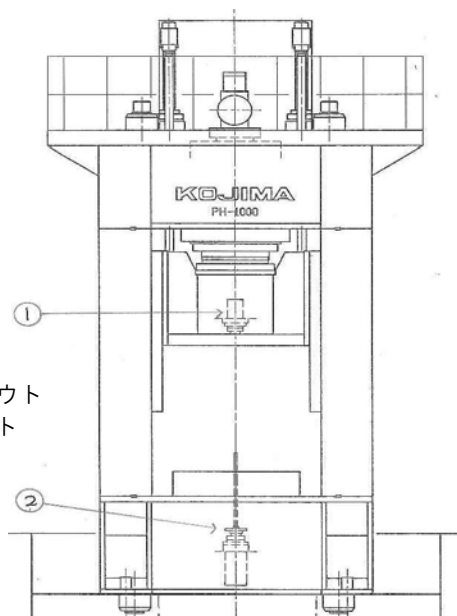
プレスの鍛造の用途により、スライドノックアウト機構、ベッドノックアウト機構を装備される。

金型から製品を取出し易くすることを目的に取り付けれる。駆動は油圧シリンダーにより行われる。

油圧鍛造プレスは、偏芯荷重に耐える剛性を要求される。(図20)

- ① スライドノックアウト
- ② ベッドノックアウト

図20. ノックアウト機構配置図



### (10) 油圧プレスのか駆動形式

プレスにはいろいろな駆動形式がある。例えばメカプレスではクランク方式、リンク方式、スクリュウ方式などがありそれぞれが異なる特徴を持っている。油圧プレスも同様に油圧プレスに特有な特徴を持っている。従って求められる成形あるいは生産形態に対しても向き不向きがある。

そこで以下油圧プレスのか基本的な特徴を記し油圧プレスのか理解のか一助としたい。



油圧プレスによる加工サンプル

### 10-1.油圧プレスの駆動系

油圧プレスは油圧回路(バルブ、センサー、配管など)からなる、シリンダーなどで構成される。オイルタンクからポンプで送られたオイルの流れを油圧回路で制御することによりシリンダーの動きを制御する。スライドはシリンダーの動きによって作り出される。図2に油圧プレスの概念図を示す。ここで①の方向にオイルが流ればスライドが下降し、②の方向にオイルが流ればスライドが上昇する。(図21)

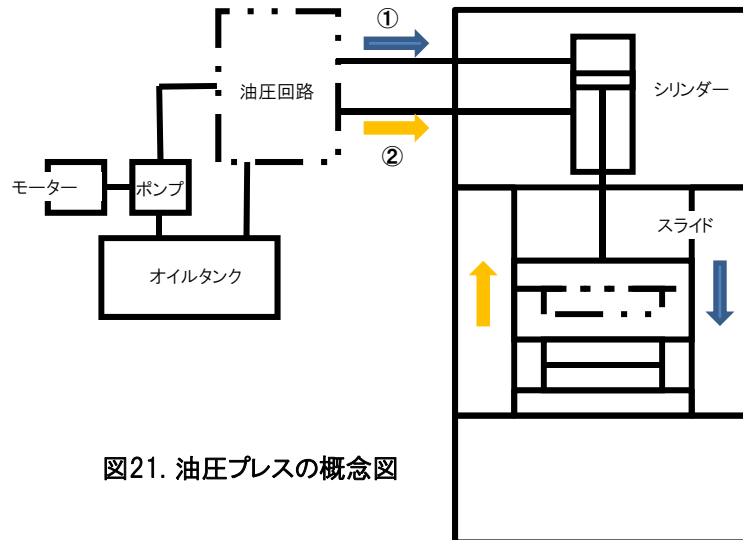


図21. 油圧プレスの概念図

### 10-2.スライドの動き

油圧プレスは図22に示すようにほぼ直線状で動く。

無負荷下降、無負荷上昇の領域では負荷を受けない状態でスライドが単純に下降、上昇し、負荷のかかる成形は加圧下降の領域で行われる。一般的に生産速度を速くするために無負荷上昇下降の行うシリンダーと加圧下降を行うシリンダーは分ける場合が多い。設定速度を変更すると直線の傾きが変わり、サイクルタイムも変わってくる。

また油圧プレスの場合一般的に上下限位置を変更できるため、その設定によってもサイクルタイムが変わってくる。また駆動特性から生産速度はメカプレスに比較して遅くなる。(図22)

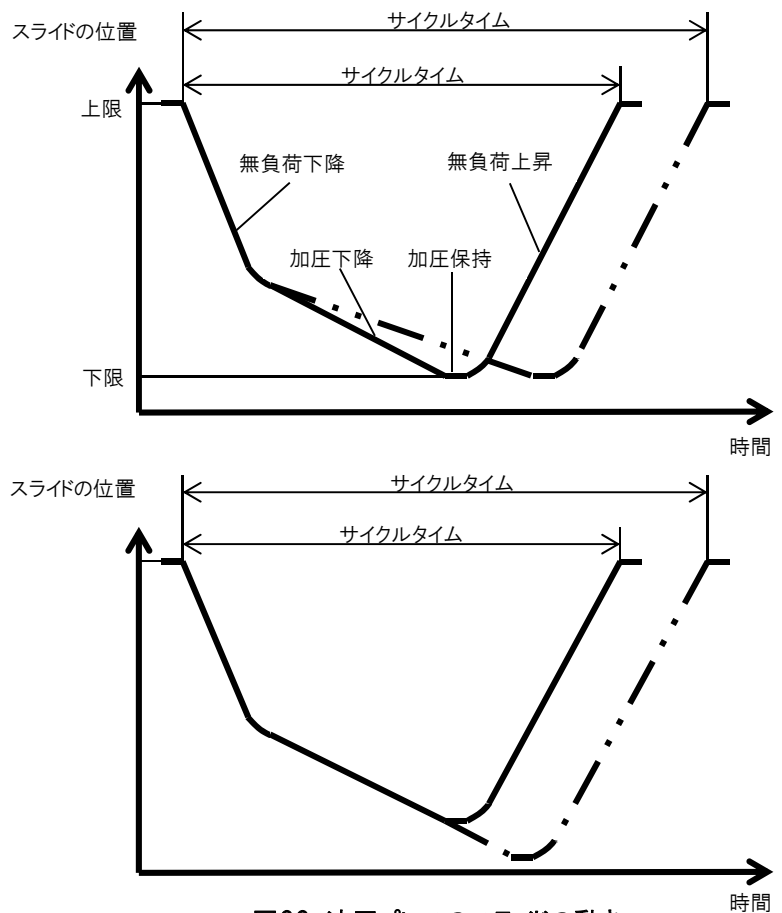


図22. 油圧プレスのスライドの動き

### 10-3.加圧能力

コンロッド方式を用いたメカプレスの場合能力限界があり、下限からそれより高い位置ではプレスの最大能力を発生することができないのに対して、油圧プレスの場合ストロークの全領域でプレスの最大能力を発生させることができる。そのようなことから油圧プレスはスライドの高い位置から成形を始めるシャフト形状の成形などに特に効果を発揮する。

### 10-4. 鍛造加工に対する油圧回路の応用

最近、加工工程を減らして最終寸法に近づけるといった要求が高くなってきている。このようなことから閉塞鍛造などが多く用いられるようになってきた。閉塞機能はダイセットに設けるという方法もあるが、油圧プレスの場合もともと油圧回路を持っているので、それを応用して閉塞機能をプレスに持たせることができる。そうすることによってダイセットの形状を簡素化することができる。またロックアウト機能、閉塞機能をうまく組み合わせることにより分流方式の鍛造加工なども行えるため、さらに付加価値の高い成形も可能になってくる。

### 10-5. 油圧サーボプレス

最近ではスライドの位置を高精度で制御(位置制御)したり加圧力を高精度で制御(圧力制御)をすることを目的としてサーボ制御を用いるようになってきた。サーボ制御とは現在のスライドの位置を測定しながら目標位置への補正を行ったり、現在の圧力を測定しながら目標圧力への補正を行ったりするフィードバック制御のことである。図23に油圧サーボプレスの概念図を示す。制御の方法としてはサーボバルブを用いてオイルの吐出量制御を行う方法とサーボモータを用いてポンプからの吐出量を制御する方法がある。サーボモータを用いる方法は必要なときに必要な量だけポンプを駆動するということから省エネ効果の利点があるが、サーボモータ自身のコストが高いという欠点もある。(図23)

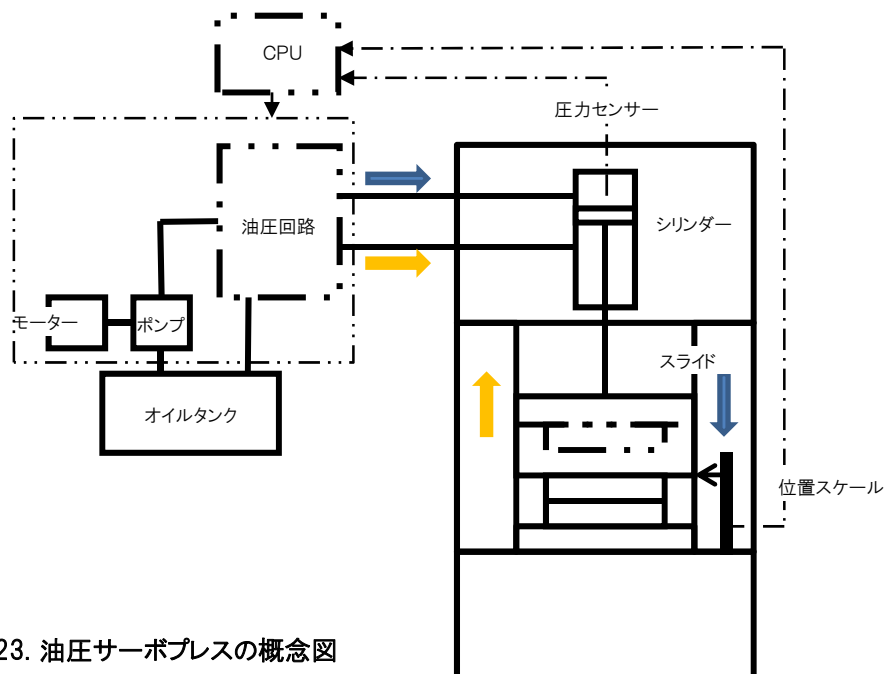


図23. 油圧サーボプレスの概念図



## 3-4 スクリュープレス

### (1) 概要

雄ネジと雌ネジを組あわせてラム(スライド)を上下動作させるプレスを総称してスクリープレスと呼ぶ。古くは摩擦板(フリクションホイール)をフライホイールの左右に配置し、左右いずれかの摩擦板をフライホイールに押し付けて摩擦伝達(フリクション)を用いてスクリーを回転させる構造ゆえ、“フリクションプレス”または単に“フリクション”と呼ばれることもあった。(図1)

最近では摩擦板を用いることなく、サーボモーターを駆動源としてフライホイールを回転させる“サーボモーター駆動式スクリープレス”が主体である。構造がシンプルであることから故障要因が少なく、熱間鍛造のような粉塵が多く高温な工場内での劣悪な環境下でも頻繁なメンテナンスを必要としないタフな機械である。サーボモーターとVベルトを組み合わせた駆動方式になってからは、多くのメンテナンス作業の中でも特に重作業であったフリクションベルト交換作業からも解放され、メンテナンスフリー化が一気に促進された。

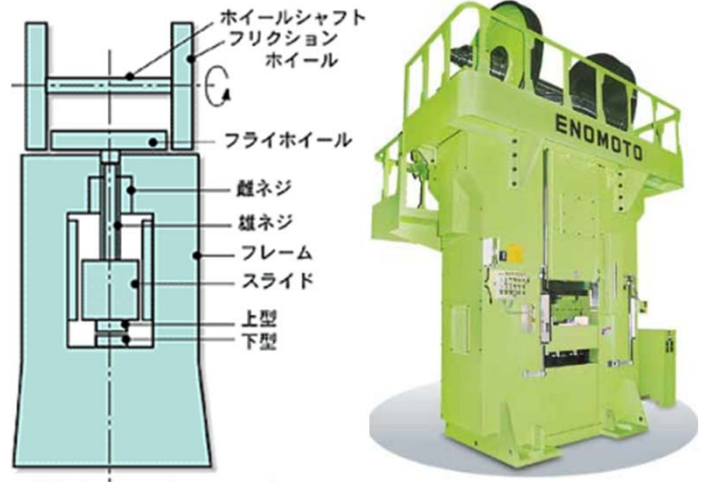


図1. フリクションスクリープレスの基本的な構造図と写真

### (2) 基本特性

スクリープレスの加工エネルギーはフライホイールの慣性モーメントと回転数で定義される。慣性モーメントはフライホイールの大きさ(直径と厚み)、及びホイール素材の比重で決まる。

フライホイールの回転数を変化させることにより、ホイールに蓄積される運動エネルギーを制御する。高速で回転させれば大きなエネルギーを蓄積し、回転速度を制御することで鍛造に要するエネルギーをコントロールする。逆に小さなエネルギーで鍛造するときはホイールの回転速度を遅くする。これはフリクション式でも、サーボモーター駆動でも同じで、鍛造加工するとホイールの回転エネルギーを消費して回転が止まる。スクリーとフライホイールは直接結合されているので、スクリーが停止してスライドも加圧動作を終える。このときフライホイールの運動エネルギーを使い果たしたことになる。その後、逆方向に回転させて元の位置まで戻す操作を行い、一行程が完了する。

サーボモーター駆動のスクリープレスもフライホイールにエネルギーを蓄えるため、鍛造加工中にラム速度を変化させる(所謂モーションコントロール)を行うことは無い。(図2) 但しフリクション式は単純に所定の回転速度まで加速するだけのエネルギー制御であるのに対して、サーボモーター駆動であれば鍛造開始の直前まで加速・減速制御が可能で高速アプローチと弱いエネルギーでの鍛造加工を両立させることができる。回転速度制御の精度はフリクション式よりも遥かに優れ、より精密なエネルギー制御が可能になった。

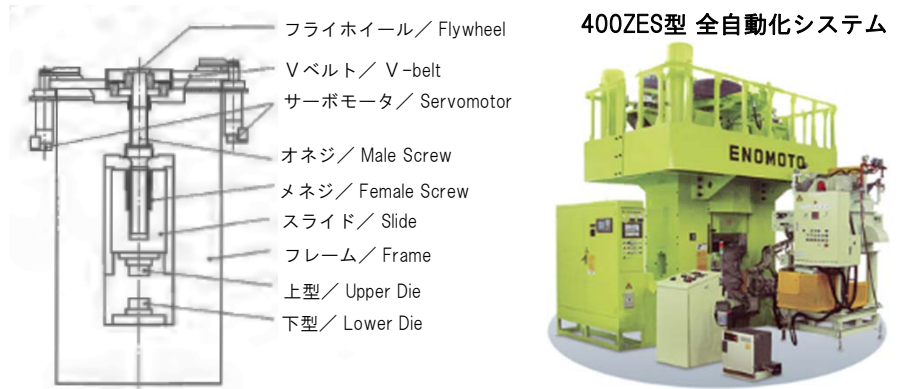


図2. サーボモーター駆動スクリープレスの構造図と写真

### (3) フレーム構造

鍛造プレスであるがゆえに、門型フレームが基本である。フレームの工法は製缶構造と鋳鋼フレームに大別され、上下分割構造であればタイロッド締めも採用される。

細長い丸棒を素材に、軸方向への据え込み鍛造加工用に特化したスクリュープレスもあり、俗にビンセント型と呼ばれていた。アプセット鍛造に用いることから最近では「タテアプセッター」と呼称している。下型が上方に向かって動くアンダードライブ型で長いストロークを特徴としている。上金型が上下動作しない

ため、上金型(最大3型)の交換装置を取り付けて一行程毎に金型を変えながら、座屈を避けるため一定の据え込み率を確保しつつ丸棒の先端を膨らませるアプセット加工ができる。3,000kN程度までの機種は熱間鍛造ボルトの製造に用いられることが多く、軸状の自動車部品鍛造には4,000kN以上が採用される。スライドは門型の形状で、スライドの上部に雌ねじを実装してスクリュウの回転によりスライドを引き上げる。(図3)

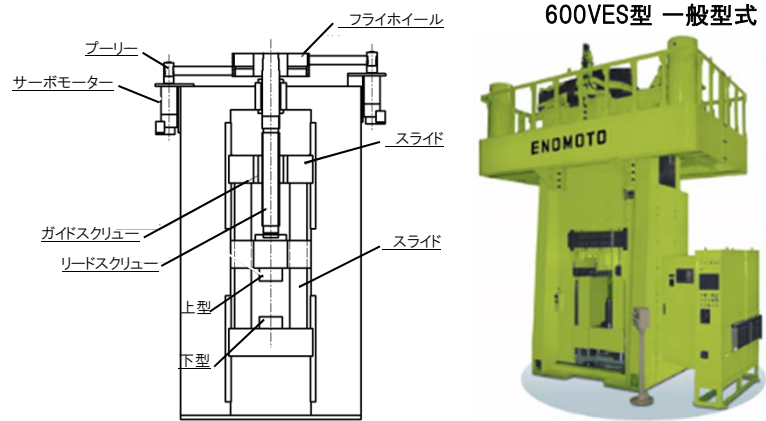


図3. タテアプセッターの構造図と写真

### (4) 往復動機構

スクリュープレスの上昇・下降動作の切り替えは、スクリュウ軸の回転方向を反転させることで行う。フリクション式であれば、左右に配置されたフリクションホイールのどちらか片側をフライホイールに接触させて回転方向を制御する。当然ながらサーボモーター駆動式であれば、モーターを右回転、或いは左回転させればスライドの動作方向を決めることができる。

超大型のスクリュープレスでは、摩擦伝達力によるフライホイール駆動では加速トルクが不足するため液圧(油圧又は水圧)モーターで駆動する。液圧であれば流量を制御してフライホイールの回転数をコントロールする。これらのスクリュープレスは液圧制御とスクリュウの組み合わせであり、液圧プレスと同等のメンテナンスは必要だが、ラムが存在しないので液漏れや頻繁なパッキン交換が不要である。

### (5) スライドの位置調整

スクリュープレスのスライド位置制御は、重要な加工条件では無い。必要な回転数までフライホイールの回転を加速すれば、回転エネルギーを使い果たしたときにラムが停止し、その位置がラムの停止位置となる。一般的には上下の金型同士を接触させて鍛造製品の寸法精度を確保する。

このプレスは他のメカプレスとは異なり下死点無く、ラムのスティック現象が生じないことが特徴で、極めて薄い素材の鍛造加工も可能である。特に熱間鍛造で頻繁に生じる横バリを伴う金型設計では、スクリュープレスであればエネルギー制御によりバリの厚みをコントロールして製品精度を得ることができる。

換言すれば、金型の高さとストロークの設定には精度を必要としない。特にサーボモーター駆動式スクリュープレスであれば、下限設定を数ミリ変動させても製品精度を確保できることが多く、段取り替えの際に発生しがちな条件出しが不要で、多品種少量生産には最適なプレスと言える。熱間鍛造では多用される金型のリシンク(型修正)でダイハイトが多少変化しても同一エネルギーに設定すれば鍛造が可能である。

### (6) スライドガイド機構

スライドのガイドは、中央に向かって45度を基本とした4面ガイド機構である。スクリュウの回転力を受けるため必然的にこの構造が採用された。結果的に熱膨張の影響を受けづらく、熱間鍛造に適した形状である。ギャップの調整は楔状のプレートを組み合わせ、ギブの実効厚みを変化させる形式が一般的である。摺動面への潤滑油は型潤滑剤により汚れるので、トヨで受けて廃油回収される。

## (7) 金型段取

金型は通常の鍛造金型でも良いが、一般的には受圧面としてのストッパープレートを設置する。上下の金型同士が接触して（或いは横バリを出して）鍛造動作が完了する特性に備える。加圧特性がハンマに酷似していることから、ハンマと同様の金型が用いられることもある。

ガイドポストも採用できるが、鍛造加工ではボールを使用したガイドは十分な保持力を確保できないことが多く、ダイセットにはガイド面を設けることが多い。熱間鍛造では熱膨張を考慮してガイド面間のギャップを大きく設定する。

## (8) SKOとBKO

ノックアウトは上ノック、下ノックともに油圧シリンダーが主体である。上ノックは短いストロークで足りることが多く、10～30mm程度である。

アプセットプレス(ビンセント型)では金型の下にエジェクトバーを実装して、スライドを一行程の起動開始位置よりも、さらに低い位置へ下げることにより鍛造品をエジェクトすることができる。スクリー軸は上下動しない構造なのでサーボモーターによるベルト駆動化に適し、現在製作している装置のほぼ全数がサーボモーター駆動である。長尺材料も加工できることが特徴で、標準仕様でもストローク長さは600～800mmであり、下型シフト装置を取り付けた機種では2～3mの素材を鍛造することも可能である。

## (9) クラッチ・ブレーキ機構

サーボモーター駆動型、および古くからあるフリクション型はフライホイールとスクリーが直結し、摩擦板とフライホイールの接触がクラッチに相当する。フライホイールが回転すればスクリーも回転し、回転方向に従ってスライドは上昇、又は下降動作する。

駆動用のスクリーとフライホイールのトルク伝達に摩擦クラッチを用いたスクリープレスもある。常時回転しているフライホイールに蓄えた回転エネルギーを使用するので起動時に速度の立ち上がりは早い。しかしクラッチを切り離すタイミングが鍛造エネルギーに影響を与えるため、クラッチ動作の挙動次第でエネルギーが不安定になる傾向がある。最近では小型のプレスでは電動機の制御技術が向上してビルトイン型の直動方式を採用することが多い。また2万トンを超えるような超大型スクリープレスにはエネルギーを蓄積する目的でフライホイールを装着したクラッチ式が採用されている。フライホイールの回転駆動を摩擦伝達に頼ることなく電動機を用いて直接駆動するモーター直動型も存在する。実装する電動機は高トルクが要求され、大きな電流を流すことからモーターは水冷、または油冷却する。

スクリープレスでは通常、ブレーキパッドをフライホイールに接触させてスクリーの回転を停止させる。フライホイールをディスクに見立てたディスクブレーキ型と、フライホイールにブレーキドラムを取り付けたシューブレーキ型が基本だが、海外で製作されたスクリープレスにはシリンダーにブレーキパッドを取り付け、単純に押し付けるだけの構造も見られる。中にはフリクション式でありながらクラッチベルトの部分にブレーキパッドを押し付けている構造も見られるが、革ベルトの摩耗は早い。

## (10) 型潤滑

型潤滑は水性、或いは油性のカーボン系を採用することが多い。環境対策で白色系の潤滑剤がシェアを伸ばしているようだが、高い面圧を要する鍛造加工では、まだカーボン系に頼っている。比較的単純形状で、質量の大きな素材を鍛造する際には、単に冷却水だけを使用することもある。逆に難加工材では素材にコーティングして型潤滑を促進することがある。

## (11) 材料挿入・搬送・取出し機構

自動化には多関節ロボットを採用することが多い。素材の重量が数十kgになる場合は作業者の負担軽減が目的となる。火箸を使用して人力で材料を搬送するのは重労働である。

比較的小さな材料は、高効率化と鍛造温度を一定に保つ目的で自動化が検討される。材料が小さければ熱容量も小さく、加熱後に一定のタイミングで鍛造することが品質の安定化に寄与する。搬送スペースも限られ、極小型の多関節ロボット、或いは専用の自動装置を装着する。



## 3-5 ハンマ

### (1) 鍛造ハンマの特徴

鍛造機として長い歴史を持つハンマは、その用途によって多くのバリエーションがあり、その概略を説明する。プレスはフライホイールの回転エネルギーを利用するのに対して、ハンマは錘(ラム+金型)落下重力のエネルギーを利用する。垂直に持ち上げた、錘(ラム+金型)を落下させ、上金型と下金型を衝突させ、打撃エネルギーで鍛造を行う。その落下速度は高速のため、鍛造加工速度が速いのも特徴である。

鍛造作業の際、高速で上下金型が衝突するため、大きな騒音、振動が発生する。ハンマ設置にあたっては、機械が地盤沈下しないように、それを支える十分な地耐力と大きな鉄筋コンクリート基礎が必要となる。ハンマ鍛造操業においては、その騒音・振動の防止環境対策(防振装置、防音壁など)が必要となる。

ハンマによる鍛造加工の大きな特徴は、ストロークの範囲内で落下高さを調整することで、鍛造荷重を任意に変えられる点である。

金型鍛造に於いては、同一の型の中で複数回、強弱を変え鍛造することで、能力や形状の自由度、汎用性がある。自由鍛造に於いても、打撃回数や強弱によって多様な加工が可能である。しかしながら、その操作を習熟するには時間がかかるため、作業者人材の育成に留意する必要がある。

また金型の固定方式は錘(ラム)シャンク部にテーパ楔を打ち込んで固定するが、鍛造時の衝撃が大きいのでボルトによる固定はしない。

### (2) 鍛造ハンマの種類

#### 1) ハンマの構造(アンビルの有無)

ハンマの構造として、上金型のみを動かすタイプはアンビル(下金型をささえる土台：鋳鋼製大型ブロック)を有するものと、アンビルがなく上金型と下金型が両方動いて鍛造するカウンターフロータイプに分かれる。

#### 2) フレーム構造

フレーム構造は、左右2本柱で上部機構を支える門型タイプと、1本フレームのシングルフレームタイプがある。機械の剛性では、門型タイプが有利だが、フレームが2本あるのでワークのハンドリングは前後方向のみとなり、ハンドリングの自由度は限定される。

1本フレームタイプは前及び横方向からのハンドリング可能で、大型で重量のある製品を操作するマニピュレータを使用する自由鍛造に適している。

#### 3) ガイドの有無

ハンマはラムにガイドを有するものと、無いものがある。精密型鍛造には上下型ズレ防止用のガイドが必要で、自由鍛造用はガイドは不要である。

#### 4) 金型駆動

金型を垂直方向に持ち上げるのには、

- ①モーター動力によるベルトを利用するもの
- ②ボード摩擦を利用するもの
- ③ピストン下部に圧縮空気または油圧で持ち上げる

上記、三つの方法がある。



図1. 自由鍛造用(ピストンロッド式シングルフレーム)エアドロップハンマ



### 5) 上部加圧

上金型を下方に動かすのに、重力のみの自由落下タイプ、ピストン上部に圧縮空気または油圧で加圧により駆動速度を増加するタイプがある。加圧タイプの方が駆動速度が増加するため、より大きな鍛造能力が可能となる。

大型の自由鍛造用には、「アンビル付」「シングルフレーム」「ピストンロッド式ドロップハンマ」が、落下ストロークも大きく、適している。(図1)

精密型鍛造用には、「アンビル付」「門型フレーム」「ピストンロッド式エアドロップハンマ」が、量産に適している。(図3)



図2.自由鍛造用(ラムピストンロッド式シングルフレーム)エアハンマ

| ハンマ種類                        | アンビル有無                                     | フレーム構造             | ガイド有無   | 金型駆動                                      | 上部加圧         | 備考 |
|------------------------------|--|--------------------|---------|---|--------------|----|
| 型鍛造用<br>ベルトドロップハンマ           | アンビル付<br>(土台部: 鋳鋼製大型ブロック)                  | 門型フレーム<br>(2本フレーム) | ラムガイドあり | ベルトで錘(ラム)を上昇<br>電気モーター                    | 自由落下         |    |
| 型鍛造用<br>ボードドロップハンマ           | アンビル付<br>(土台部: 鋳鋼製大型ブロック)                  | 門型フレーム             | ラムガイドあり | 板でラムを上昇<br>電気モーターローラー巻上げ                  | 自由落下         | 図4 |
| 自由鍛造用<br>(ピストンロッド式)エアドロップハンマ | アンビル付<br>(土台部: 鋳鋼製大型ブロック)                  | シングルフレーム           | ラムガイドなし | 外部より圧縮空気を供給<br>ピストンロッドでラムを上昇              | 圧縮空気         | 図1 |
| 自由鍛造用<br>(ラムピストン式)エアハンマ      | アンビル付<br>(土台部: 鋳鋼製大型ブロック)                  | シングルフレーム           | ラムガイドなし | フライホイールモーター駆動<br>内部ピストンでエア供給<br>ラムピストンを駆動 | 圧縮空気         | 図2 |
| 型鍛造用<br>(ピストンロッド式)エアドロップハンマ  | アンビル付<br>(土台部: 鋳鋼製大型ブロック)                  | 門型フレーム             | ラムガイドあり | 外部より供給<br>圧縮空気(油圧もある)<br>ピストンロッドでラムを上昇    | 圧縮空気<br>(油圧) | 図3 |
| 型鍛造用<br>カウンターブローハンマ          | アンビルなし<br>(鍛造時に上金型を下降、下金型<br>を上昇、両方を衝突させる) | 門型フレーム             | ラムガイドあり | 外部より供給<br>圧縮空気または油圧<br>上金型と下金型の両方を駆動      | 圧縮空気<br>(油圧) | 図5 |



図3. 型鍛造用(ピストンロッド式門型フレーム)エアドロップハンマ

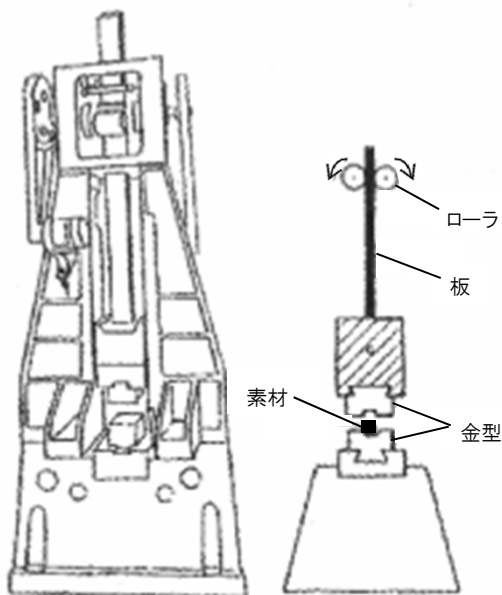


図4. ボードドロップハンマの外観と構造

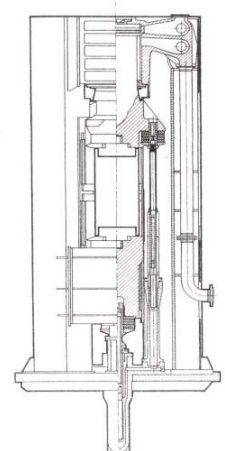


図5. カウンターブローハンマ

### (3) ハンマ能力表示

ハンマは通常落下するラム重量で呼称される。錘(ラム)重量が1.5tであれば、1.5トンハンマと呼ばれている。これはあくまでも呼称で、ハンマの能力は打撃エネルギーで比較する。打撃エネルギーの計算方法は(4)項を参照。

### (4) ハンマ打撃エネルギーの計算方法

| 上部加圧式エアドロップハンマの場合 |  | 1.5tADHの場合   |
|-------------------|--|--|
| 1)落下重量(金型含全重量)    | W  | 2360kg   |
| 2)落下ストローク         | Hmm                                      | 1m   |
| 3)シリンダー内径         | Dcm                                      | 380mm  |
| 4)圧縮空気圧力          | P=0.35MPa (平均有効圧力3.5kg/cm <sup>2</sup> ) | 3.5kg/cm <sup>2</sup>  |
| 5)シリンダー上面面積       | A  | $\pi/4 \times 38 \times 38 = 1133.54\text{cm}^2$                             |
| 6)シリンダ推力          | Fkg<br>$F = \pi/4 \times D^2 P$          | $\pi/4 \times 38 \times 38 \times 3.5 = 3967.39\text{kg}$                    |
| 7)打撃エネルギー         | Ekgm<br>$E = (\pi/4 \times D^2 P + W)H$  | $(\pi/4 \times 38 \times 38 \times 3.5 + 2360) \times 1 = 6327.39\text{kgm}$ |

| ドロップハンマ(自由落下)の場合 |      | 1.5tDROP HAMMER |
|------------------|------|-----------------|
| 打撃エネルギー          | E=WH | 2360kgm         |

### (5) エアドロップハンマの主要仕様

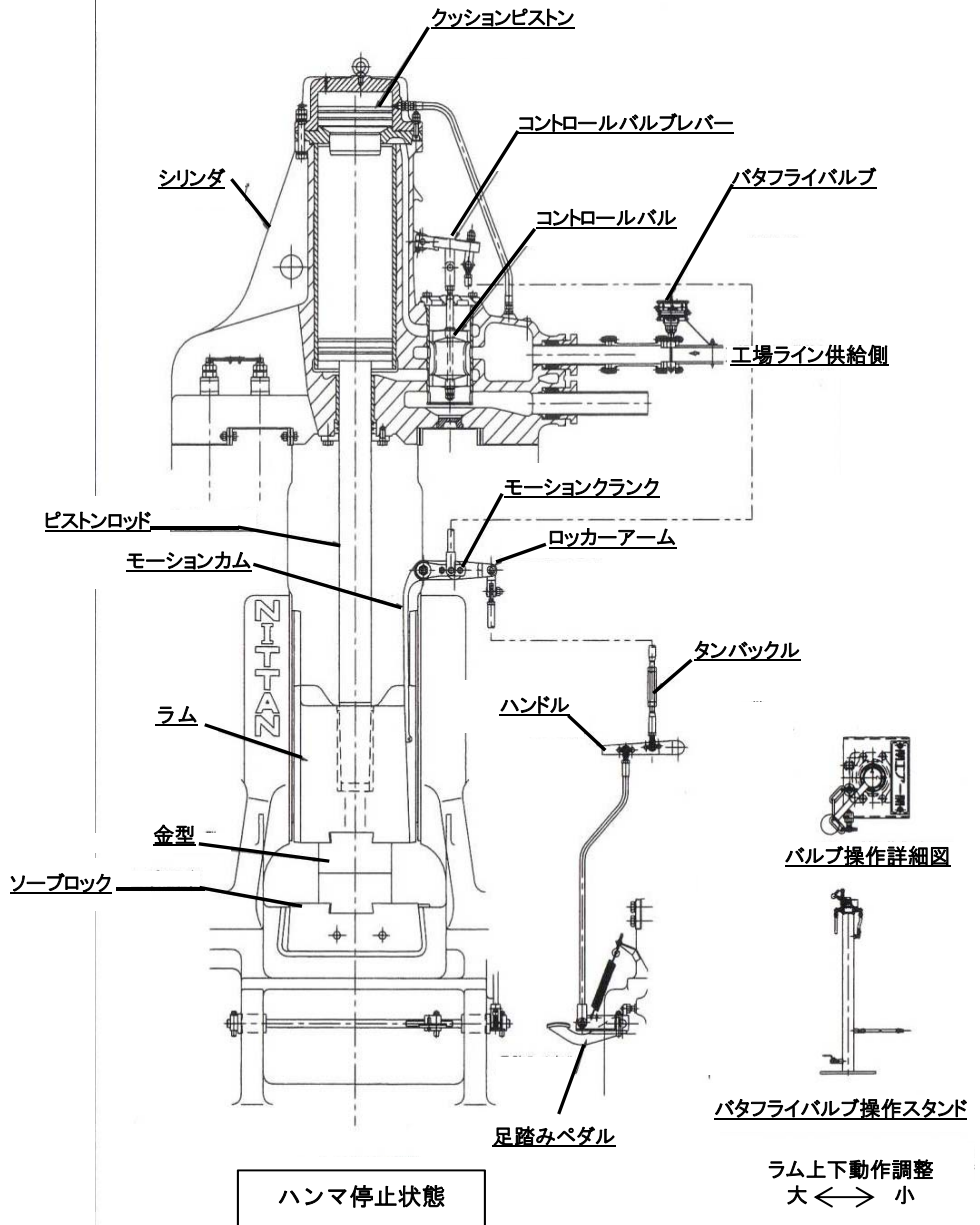
|                        | 大型ハンマ                               | 中型ハンマ                 | 小型ハンマ                       |
|------------------------|-------------------------------------|-----------------------|-----------------------------|
|                        | ADH3t                               | ADH1.5t               | ADH1t                       |
| 最大打撃ストローク              | 1,200mm                             | 1,000mm               | 950mm                       |
| 標準落下重量(ラム+ピストンロッド+上金型) | 4,157kg                             | 2,360kg               | 1,615kg                     |
| シリンダー径                 | 490mm                               | 380mm                 | 300mm                       |
| 最大打撃エネルギー              | 13,984kgm                           | 6,327kgm              | 3,843kgm                    |
| ハンマ総高                  | 6,970mm                             | 5,897mm               | 4,888mm                     |
| 床面上機械高                 | 5,805mm                             | 4,767mm               | 4,468mm                     |
| ハンマ総重量                 | 100t                                | 56t                   | 35t                         |
| アンビル重量                 | 65t                                 | 35t                   | 20t                         |
| 有効空気圧力                 | 3.5kg/cm <sup>2</sup>               | 3.5kg/cm <sup>2</sup> | 3.5kg/cm <sup>2</sup>       |
| コンプレッサー容量              | 200kw                               | 150kw                 | 90kw                        |
| 成形品用途事例                | トラック向部品<br>建機向部品<br>船舶向部品<br>重電向部品  | 自動車向部品<br>産業機械向部品     | 農機具向部品<br>工具<br>産業機械向部品     |
| 具体的な代表部品               | リンク<br>フランジ<br>スプロケット<br>ハブ<br>シャフト | エンジンコンロッド<br>ギヤ       | エンジンコンロッド<br>スパナ、レンチ<br>エルボ |

## (6) エアドロップハンマの動作

レバー操作によるエアのコントロールとラムの動作図。

### 【ハンマ停止状態】

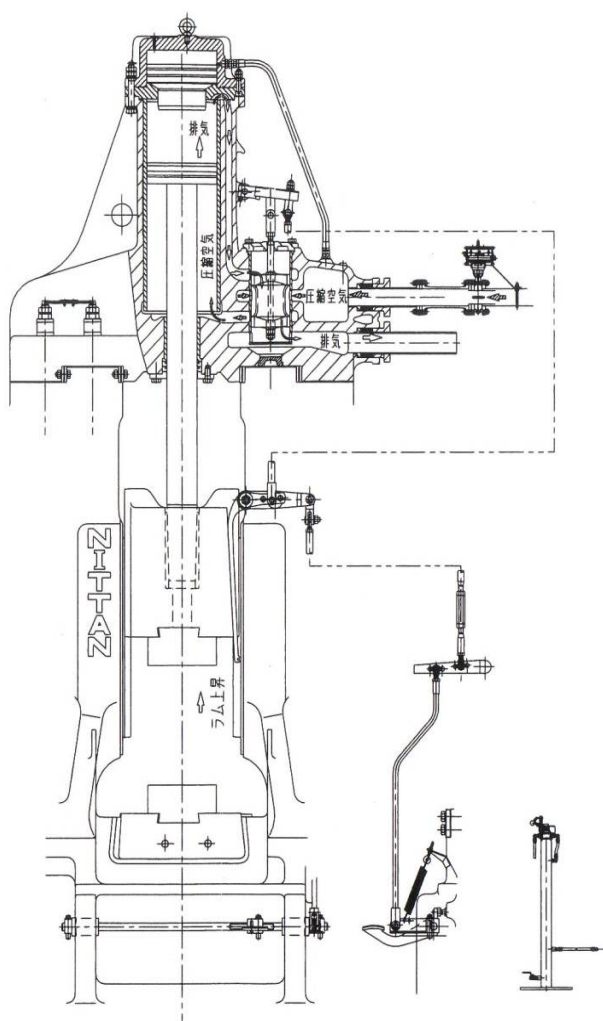
ラムが下方にあり、上金型と下金型が接触している。外部より圧縮空気は、バタフライバルブを閉じることで、供給されていない。



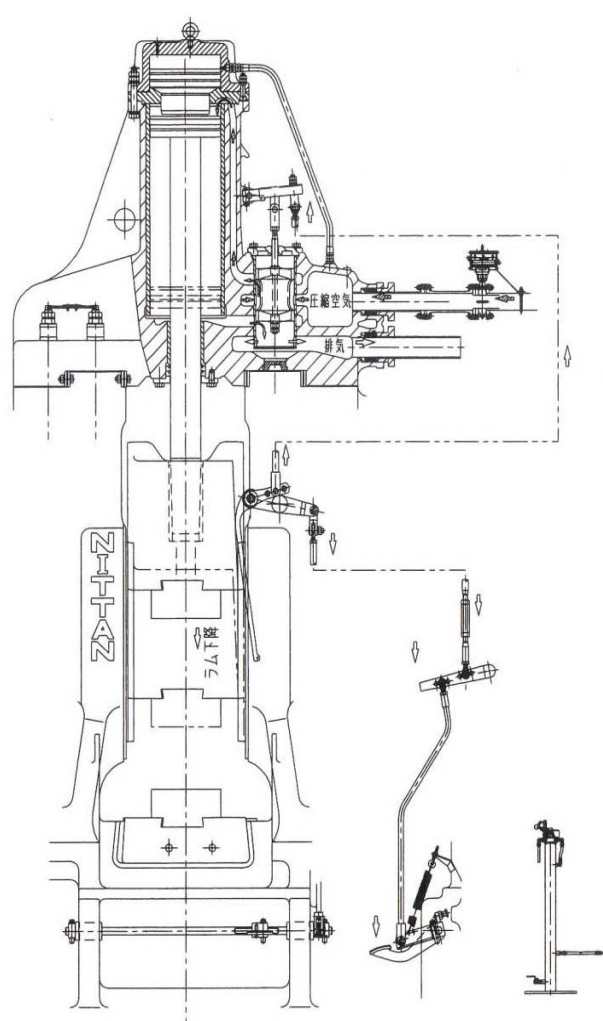


【ハンマ停止状態からバタフライバルブ解放状態】  
 バタフライバルブを解放すると、シリンダー内の  
 ピストン下部に圧縮空気がはいり、上部空気を排  
 気し、ピストンロッド、ラム、上金型を、シリン  
 ダー内の上部へ持ち上げる。

【ペダル踏み込み状態】  
 給排気コントロールバルブに連結したペダルを下  
 方に踏み込むと、シリンダー上部に圧縮空気がは  
 入り、下部の空気を排気し、持ち上がった上金型  
 を、重力と圧縮空気の加圧で、高速で下方に駆動  
 し、その打撃エネルギーで下金型上の材料を鍛造  
 加工する。  
 ペダルを戻すと、図中央の状態になり、上金型が  
 上昇する。



ハンマ停止状態からバタフライバルブ開放時



ペダル踏み込み状態

## (4) プレス機械の構造

プレス機械とは、上下の型を用い、それらの型の中に加工材を置いて、工具に関係運動を行わせ、工具により加工材に強い力を加えることにより成形加工を行う機械で、かつ型の中に発生させる力の反力を機械自体で支えるように設計されている機械である。

プレス機械には、表1に示すように一般的な工作機械とは非常に異なっている。

図1. プレス機械の定義

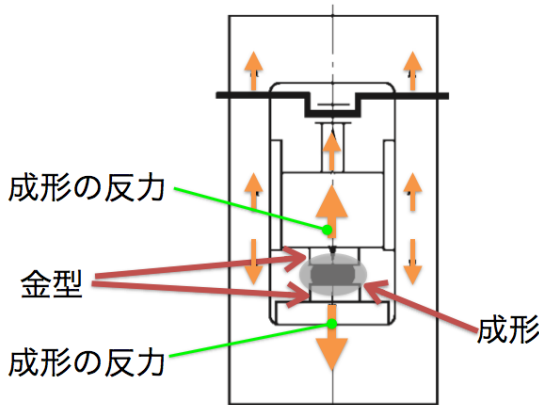


表1. プレス機械と工作機械の特徴と比較

| 機能        | プレス機械                            | 工作機械             |
|-----------|----------------------------------|------------------|
| 加工に使う工具の数 | 1組の金型                            | 1個               |
| 工具と製品の対応  | 1組の金型は1つの製品に対応<br>専用 1型→1製品      | 1つの工具で多品種対応      |
| 加工時間      | 短い                               | 長い               |
| 用途        | 同じ形状の製品を安定した品質で、短い時間で多数生産することが可能 | 大量生産では、プレス機械に劣る。 |

### 4-1 プレスの基本特性

プレスの基本特性としては、精度(静的、動的)と機械プレスの3要素(圧力能力、トルク能力、仕事能力)がある。

#### ① プレスの精度

プレス機械での成形においては、工法や金型は重要な要素であるが、プレスの精度も重要である。プレスの精度にはプレスが負荷を受けていない状態での静的精度と負荷を受けている(作業を行っている)ときの状態での動的精度とがある。

##### ①-1 静的精度

機械プレスの静的精度はJIS B 6402に規定されている。液圧プレスは、JIS B6403に規定されている。いずれも、特級、1級、2級の3段階あるが、1級が大形プレス並びに汎用プレスの標準精度である。特級は中、小形の特に精密加工を行うプレスに適用している。

実際のプレス加工で問題となる動的精度は、JISに規定しておらず、その前提となる静的精度をもってプレスの精度を代表しているのが現状である。

図1に機械、液圧プレスの静的精度の種類を示す。

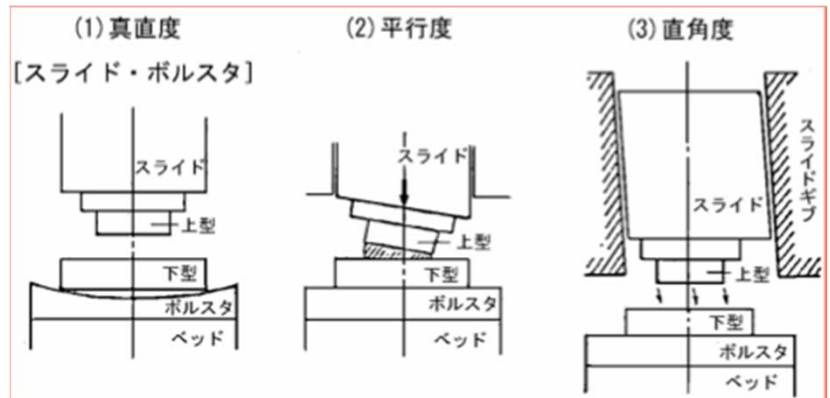


図1. 機械プレス、液圧プレスの静的精度

## ② プレスの3要素

機械プレス能力は正確には、つぎの3つの能力で表される。

### ②-1 圧力能力

プレスが加工において安全に発生しうる最大圧力(加工力)を示す能力で、この能力を呼び圧力(または公称圧力)と呼んでいる。許容最大圧力=呼び圧力である。

この能力に関係するプレスの構造部分は、作業荷重(圧力)のかかる部分の、フレーム、ボルスタ、スライド、コネクティングロッド、クランク軸などがあり、圧力能力に対する過負荷が生じると、これらの部品の破壊を生ずる。

### ②-2 トルク能力

下死点上何mmのところまで、呼び圧力の発生が可能であるかという能力である。

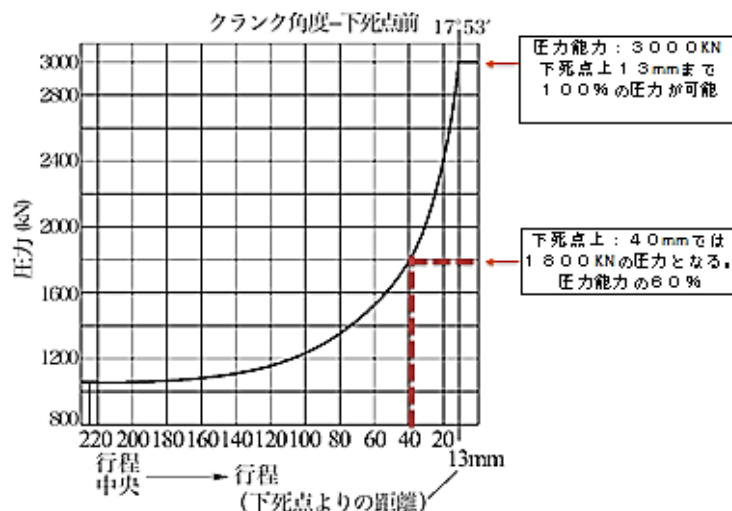
機械プレスの駆動機構の構造より、下死点から高い位置になるほど許容できる圧力が呼び圧力に対して小さくなる。図2に機械プレスのトルク能力の例を示す。図2のプレスのトルク能力と成形荷重とストロークの関係に示すように圧力能力の高いプレスであっても、成形中の荷重とストロークの関係により対応ができない場合がある。

鍛造加工では、下死点上の高い位置から大きな荷重が発生するためプレス選定時にはトルク能力に対する確認が必要になる。

この能力はクランク軸が安全に発生し得る回転力(トルク)に関係するため、トルク能力と呼ばれている。トルク能力に関係する構造部分は、クラッチからクランク軸までの回転力を伝達する部品で、伝導軸、歯車などが含まれる。

従って、この能力に対する過負荷が生じると、クラッチの滑り、クランク軸などのねじれや、クラッチ、キー類、歯車類の破損などを引き起こす

図2. 機械プレスのトルク能力の例



### ②-3 仕事能力

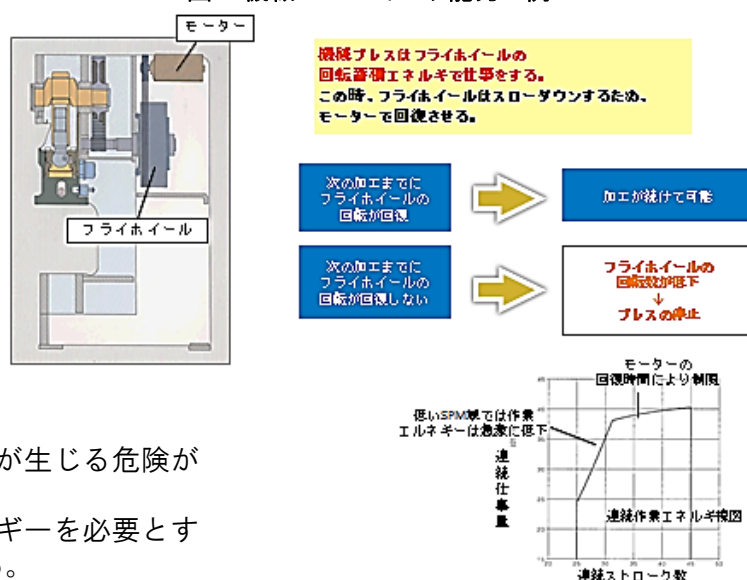
1回の加工にどのくらいの大きさのエネルギーを安全に使用できるか、そして1分間に何回その加工を安全に行えるかという能力である。

また仕事能力は、他の能力と異なりプレスSPMにより変化する事にも注意が必要である。高SPMで可能であった加工が、SPMを下げることでエネルギーが不足する場合もある。図3に仕事能力の考え方を示す。

この能力に対する過負荷を生ずるとプレスの速度(回転数)が使用に支障をきたすほど低下し、甚だしい場合は停止するが、圧力能力やトルク能力の過負荷のように構造部分の破損が生じる危険が少ないことが特色である。

鍛造加工では通常大きな加工エネルギーを必要とするため、仕事能力にも配慮が必要である。

図3. 機械プレスのトルク能力の例







①-2 ストレートサイドフレームの変形

ストレートサイドフレームの変形については、図3に示すベッド並びにスライド面のたわみと、スライド・ボルスタ間距離の伸びが生じる。

前者のベッド面並びにスライド面のたわみは鍛造プレスにおいては、たわみを少なくした高剛性の設計を行っている。

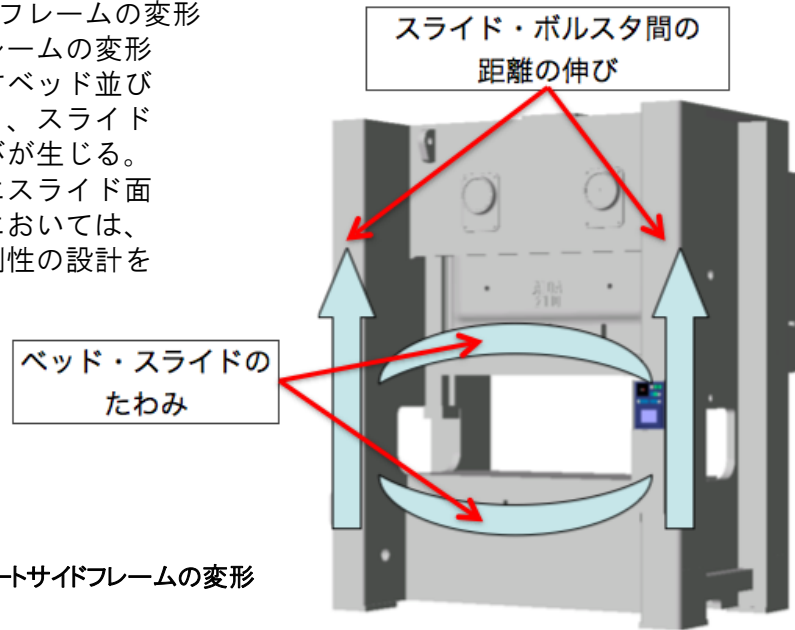


図3. ストレートサイドフレームの変形

①-3 プレスの剛性と製品寸法のばらつきの関係

プレス機の剛性とスライド・ボルスタ間の距離の伸びには、密接な関係がある。図4で説明する。

剛性の高いプレス：Aと剛性がプレス：Aと比べて低いプレス：Bを比較する。

成形時の荷重がP1からP2の間で変動した場合、プレス：Aでの伸びの差は $\Delta L1$ 、プレス：Bでは $\Delta L2$ となり剛性の高いプレス：Aの方が伸びの変化量が小さくなる。

このことは、鍛造加工においては据え込みでの厚さや押し出し時の製品の軸方向の寸法のばらつき量に関係する。

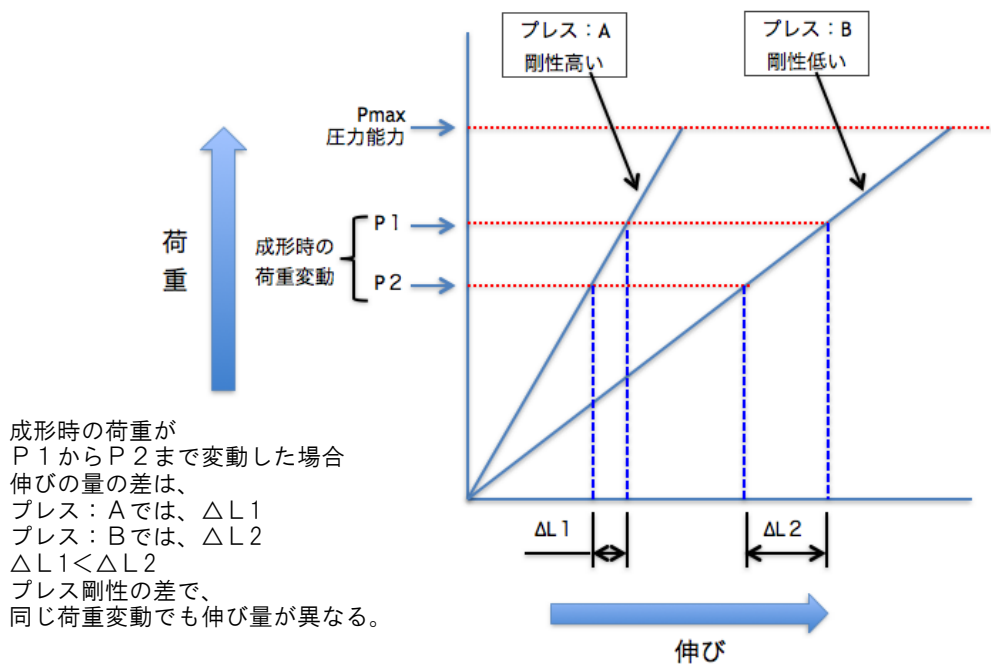


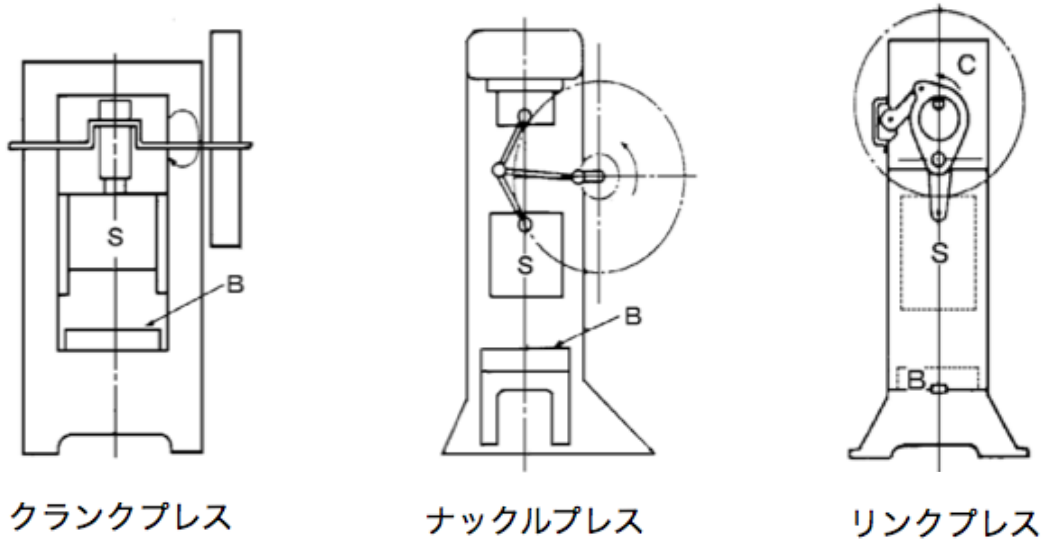
図4. プレスの剛性と製品寸法のばらつき関係

## 4-3 往復動機構

### ① 機械プレス機の駆動機構とその特性

機械プレス機の代表的な駆動機構は、クランクプレス、ナックルプレス、リンクプレスがある。図1に、駆動機構の基本的な構造を示す。

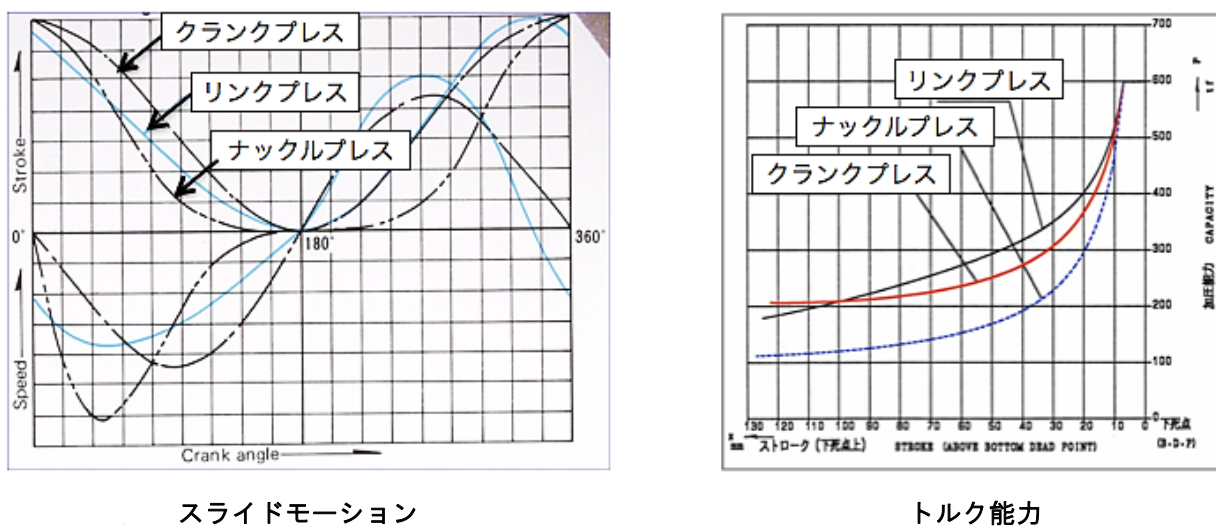
図1. 機械プレス機の代表的な駆動機構



その駆動機構によりスライド速度やトルク能力、エネルギーに特徴があり、各種の成形法に適したプレス機が各社で提案されている。

図2に駆動機構の違いによるスライドモーションとトルク能力の違いを示す。

図2. 駆動機構の違いによるスライドモーションとトルク能力





## ② 機械プレス機の駆動機構の数

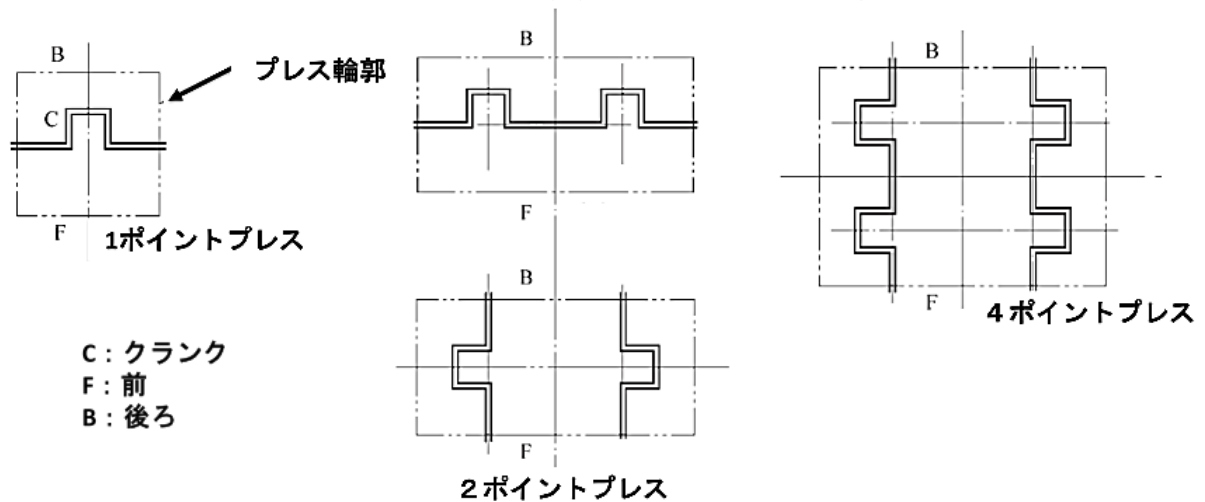
機械式プレス機の駆動機構が、1つのものは1ポイントプレス、2つのものは、2ポイントプレスと呼ぶ。

1ポイントプレスは、スライドの前後左右の大きさが小さく、主に中央での成形がメインで、多工程の成形を行う場合は、中央以外の左右のステージは、比較的荷重の小さい補助成形が行われる。

2ポイントプレスは、スライドの左右寸法が広く、偏芯荷重特性にも優れる。したがって多工程の成形に用いられることが多い。

スライドの前後寸法も広いワイドエリアが必要な製品には、4ポイントのプレスが用いられる。図3にスライド駆動機構の数と配置についてクランクプレスを例に示す。

図3. スライド駆動機構の数と配置例（クランクプレスの場合）



## ③ 液圧式プレス

スライドの駆動源にメカ機構の代わりに、シリンダを使用する液圧プレスがある。

（ページ 図21. 油圧プレス概念図を参照）

液圧プレスの特徴を以下に示す。

- 1) 加工の速さは、機械プレスより遅い。
- 2) ストローク長さは、長いものに容易に対応できる。
- 3) スライドの位置を任意の所で停止できる。
- 4) スライド下死点の位置は、一般的に正確に決まらない。金型での胴付き等が必要。
- 5) 加圧力の調整は、容易に行える。
- 6) 加圧力の保持は、容易に行える。

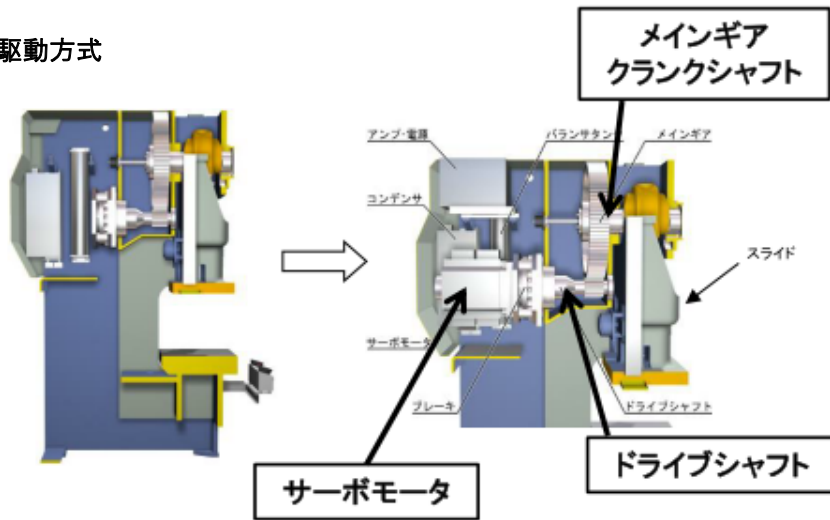
## ④ サーボプレス

スライドの駆動に、モーターとクラッチブレーキ、フライホイールに変えてサーボモーター、油圧サーボポンプやサーボ比例弁を用いるサーボプレスがある。

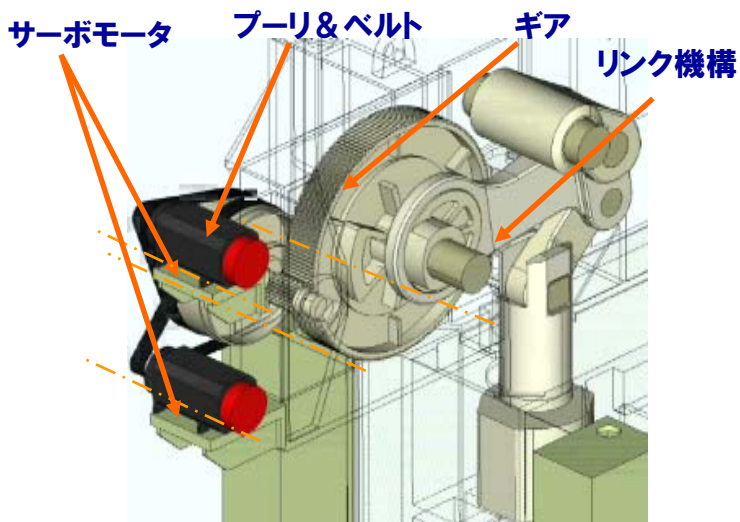
特徴は従来のメカプレスでは、スライド上下運動のモーションは構造により決まり、限られた範囲のSPM調整の中での速度の変更のみしかできなかった。サーボプレスでは、サーボモーターの回転を制御することにより自由なモーション・速度が設定できる。図4にメカ式サーボプレスの駆動方式の例を示す。

図4. メカ式サーボプレス機の駆動方式の例

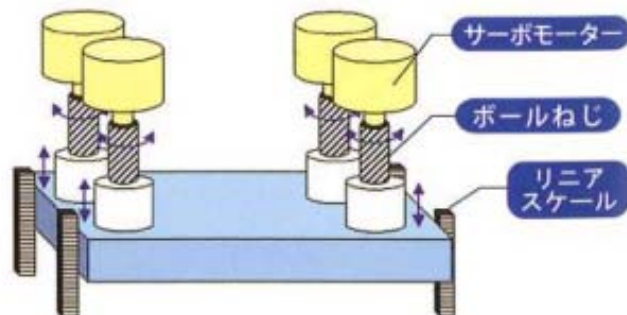
a) クランク駆動方式



b) リンク駆動方式



c) スクリュー駆動方式



## 4-4 スライドの位置調整

### 1. スライド調整装置

スライド調整装置は下死点におけるスライドの位置、すなわちシャットハイトを調整する装置である。シャットハイトの調整は、金型の取付に必要なばかりでなく、下死点において何mm金型を追い込むかによりその金型に必要な加圧力を発生させるものであるから、正確にかつ調整が微量に出来るものでなければならない。

鍛造プレスにおいては、多工程なために工程と荷重の関係からスライド調整装置が製品精度に大きく影響される。

たとえば、図1のように各工程で荷重が異なる場合、工程の組み合わせで荷重が異なる。

荷重が異なるとプレスフレームの伸びが異なるためにワーク厚さが一定になるように荷重が高いときはスライドを追い込む必要がある。

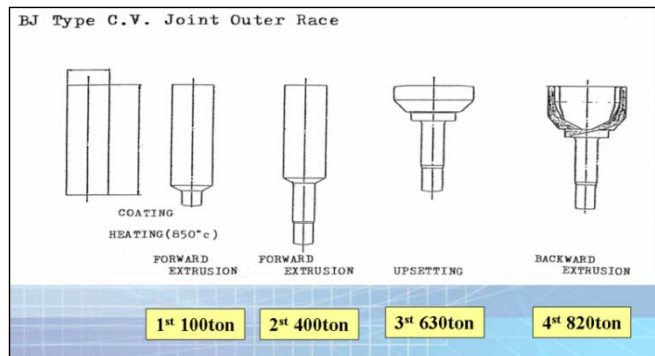


図1

図2のように（1工程+2工程）と（1工程+2工程+3工程+4工程）では、矢印のように約1.5mmフレームの伸び量が異なる。そのために（1工程+2工程+3工程+4工程）の場合は、（1工程+2工程）の条件より約1.5mmスライドを追い込まないと製品厚さが異なり製品精度の低下につながる。

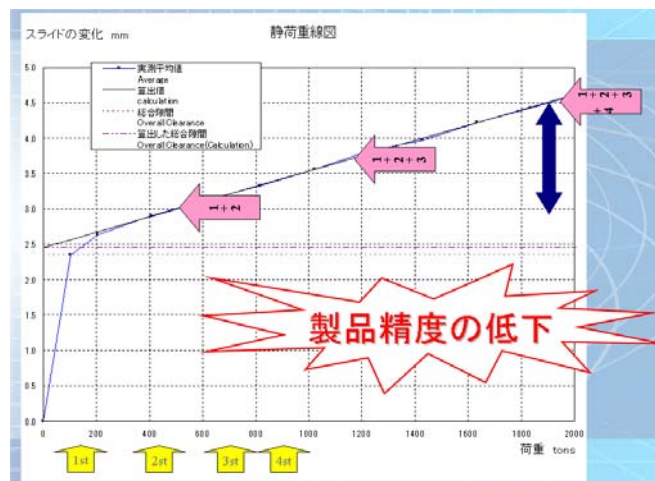


図2

### 2. スライド位置調整の方式

#### 2-1. ウェッジ式

図3のようにテーパになった板の組合せから成り立っており押し引きすることで高さが変わる装置である。

構造がシンプルなために各工程調整用に用いられることがあるが、荷重発生時に傾斜分Z軸以外に荷重が発生する。(図3)

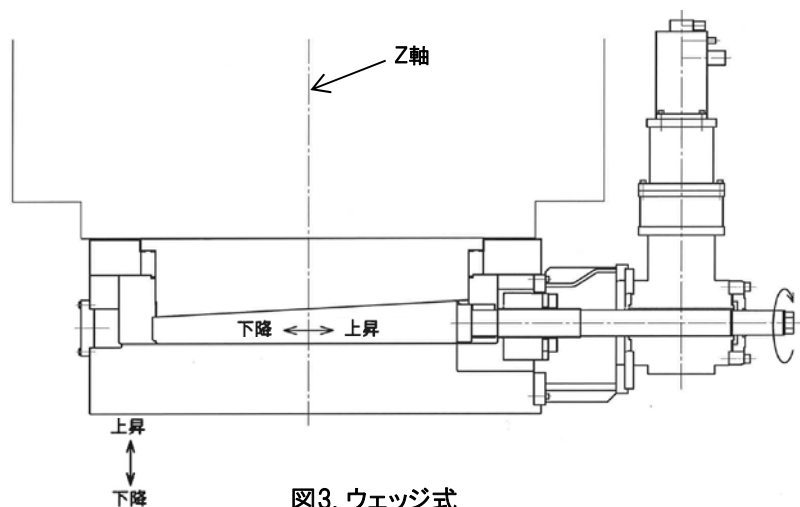


図3. ウェッジ式

## 2-2. スクリュー式

コンロッドに連続されたプランジャの下端には、ねじ（コネクションスクリュー）がきつてあり、これに勘合する調整ナットのフランジ部をウォームギヤケースとプロテクタラムではさみ上下に移動しないようにしている。スライド調整用のモーターを回転させれば、ベベルギヤを経てウォームホイールが回転し、ウォームホイールにセットされた調整ナットが回転する。コネクションスクリューに沿って上下することになり、それに拘束されたスライドも上下に動く。（図4）

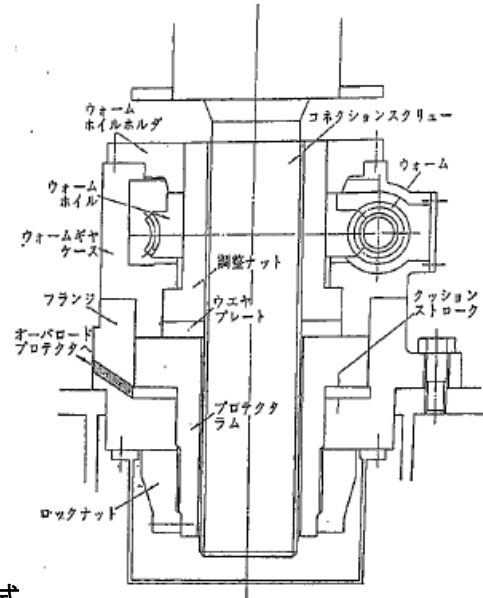


図4. スクリュー式

引用:「機械プレス」長谷部勉 藤咲 著日刊工業新聞社

## 2-3. 偏芯リストピン式

偏芯したリストピンを油圧シリンダーやネジにより押し引きすることで偏芯位置のずれによるストロークでシャットハイトを調整する装置。（図5）

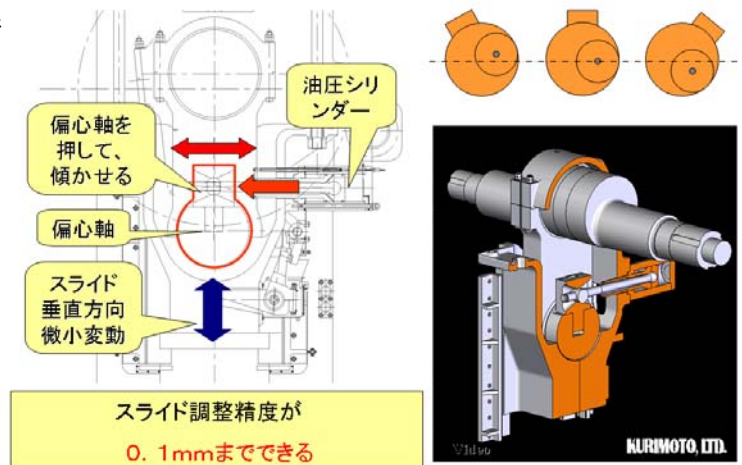


図5. 偏芯リストピン式

## 2-4. ウォーム式

図6はACサーボモーター+ウォームギヤ機構を採用した高速・高精度シャットハイト調整装置である。ウォームギヤを使用することで偏芯リストピンのロック機構が不要となり、シンプルでありながら応答性に優れ停止精度が大きく向上している。

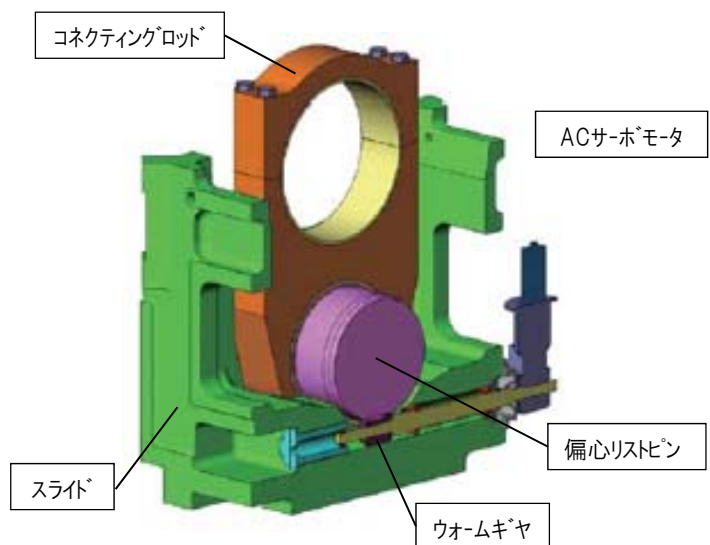


図6. ウォーム式



## 4-5 スライドガイド機構

最初に温・熱間鍛造プレスに多く用いられるエキセン軸タイプのプレスのスライドガイド機構を紹介する。

フレームの内側にはスライドを案内するスライドギブが設けられる。このギブ隙間は製品精度、特に型ずれに大きく影響する。一般的には8面ガイドが主流であるが、近年では温・熱間鍛造におけるスライドの熱膨張によるギブ隙間への影響小さくし、設定隙間を大幅に減少させた構造が多く採用されている。(図1、2)

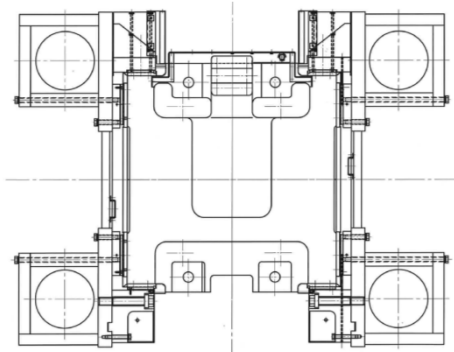


図1. 8面ガイド型 スライドガイド構造図

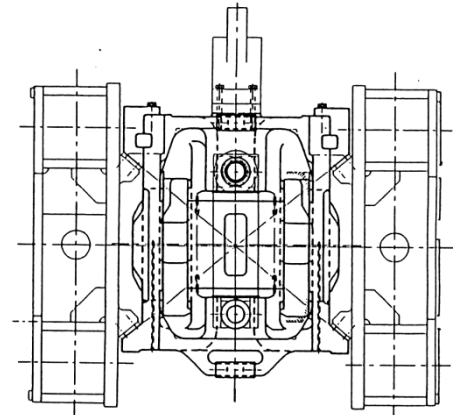
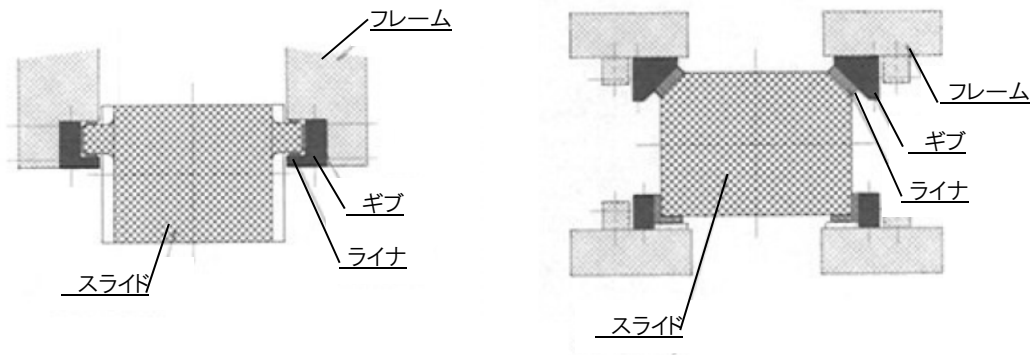


図2. 熱膨張補正型 スライドガイド構造図

冷間鍛造プレスでよく用いられるリンクタイプのプレスでは、ロング6面ギブ等が採用される。新配置型は従来に比べ大きい許容偏心荷重と高い動的精度が得られる。(図3)

図3. 冷間鍛造プレスのスライドガイド構造例



製品の高精度・高付加価値化に対応するためプレスの高精度・高剛性化が重要であり、そのためにはスライドガイドの精度と荷重の直接作用する縦方向だけではなく、横方向の剛性も必要である。このような用途で使用されるプレスのスライドガイド機構には、球形シューと4面ガイドを採用しスライドギャップ“0”に設定し、ガイドを支えるフレームを一体のリング構造として横方向の剛性を高めることで、実際の成形の際も高精度を保持する。(図4)

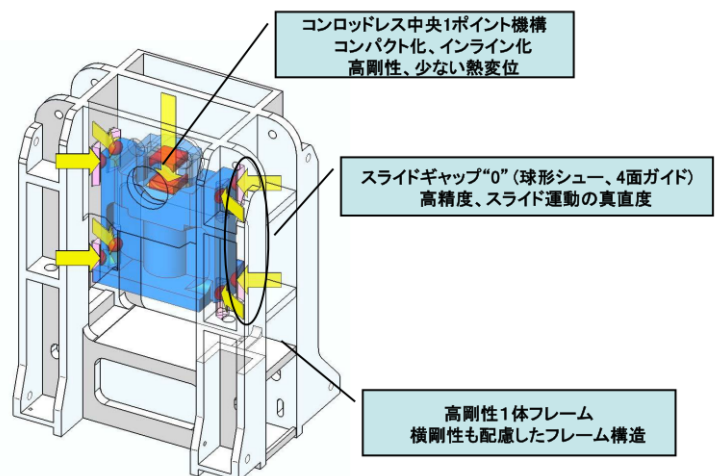


図4. 高精度・高剛性プレスのスライドガイド構造図

また、スライドの傾きを抑制する静圧軸受ガイドという機構もある。

プレス右側の構造を図5に示す。本図において、偏心荷重が左側に位置する場合、スライドは右下がりに傾く。静圧軸受16箇所のうち、左右方向をガイドする静圧軸受8箇所において、圧力を2系統制御可能とし、右下と左上を1系統、右上と左下を1系統とする。スライドが右下がりに傾いた場合、静圧軸受の圧力は右下と左上を小さくし、右上と左下を大きくし、スライドの傾きに対し、圧力差をつけることでスライドの傾きを減少させる。

図6のように、左右・前後ともに、右上・左下のようにそれぞれの対角の静圧軸受が同じ系統になる回路構成(計4系統)により、左右・前後ともに偏心荷重に対し、スライドの傾きを減少させることができる。

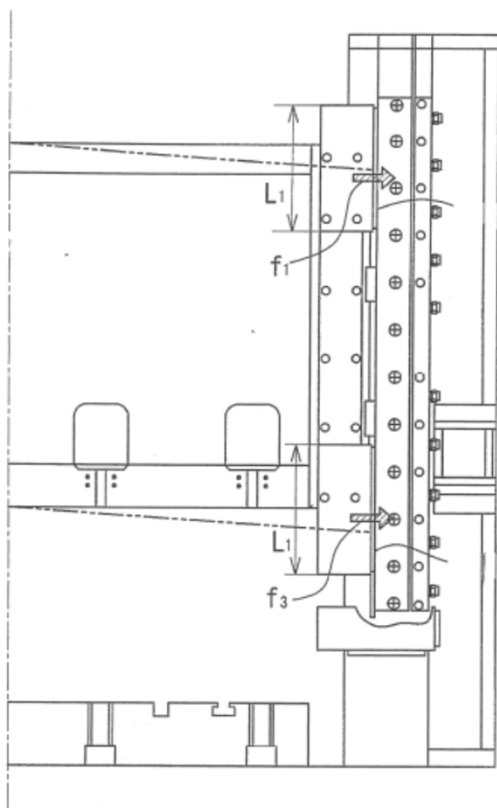


図5

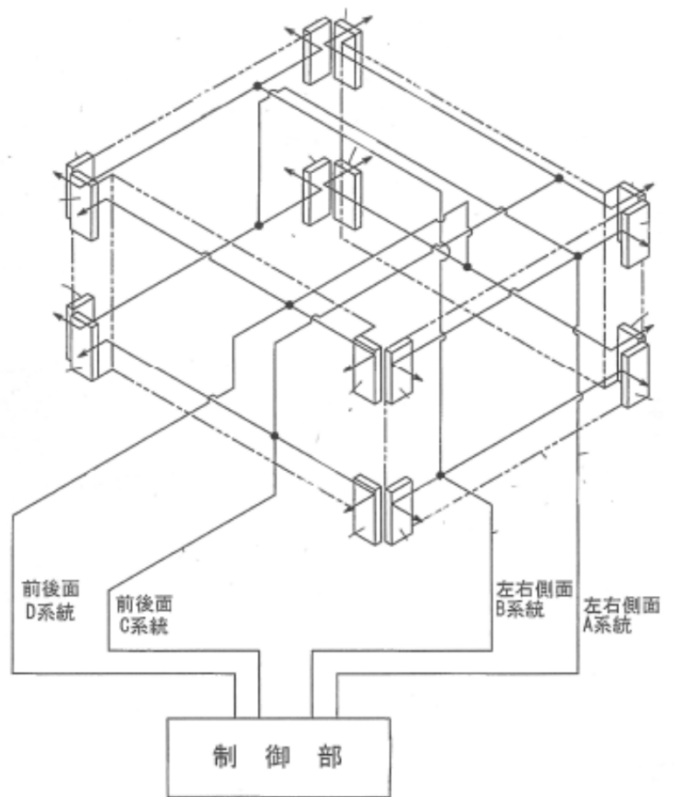


図6

また、クランク機構やクランクレス機構によりスライドを駆動する場合、コンロッド角度が大きい場合、大きなスラスト（横方向）荷重が発生する。

スラスト荷重がスライドの動きに影響を与えないようにするためプランジャガイド方式を採用している機種がある。

コンロッドは直接スライドに連結されているが、プランジャガイド方式の場合、コンロッドとスライドの間に「プランジャ」を設け、クラウン下面に取り付けた「プランジャガイド」により垂直方向に案内する機構である。

コンロッドの傾きにより発生するスラスト力は、プランジャガイドで受けスライドにはスラスト力がかからないため、以下の特徴がある。

【長所】

1. スライドの平行度、直角度といったプレス精度がよく、成形品の精度を保てる。
2. スライドギブガイドの摩耗が小さく高精度が保てる。
3. プランジャガイド方式では、スライドギブガイドでスラスト力を受け持たないためギブガイドを短く、コンパクトな設計ができる。
4. クラウン駆動ボックスの底はプランジャガイドにより密閉、オイルバス構造としているため、以下の効果が得られる。

- ・ 駆動部品の摩耗、焼付きを防止でき、信頼性向上が図れる。
- ・ クラウン内潤滑油の飛散防止が図れる。(複雑なオイルパンが不要)
- ・ クラウン駆動騒音の低減が図れる。

【短所】

一方短所としては、プランジャガイドをつけることにより、「スライドストローク+ガイド長さ」だけ、設置スペースが必要となるため、プレスの全高が高くなる。これを、解消するため、プランジャ径を大きくして、ガイド長さを短くする等の工夫をして、プランジャガイド方式を採用し、長所を最大限生かしている。

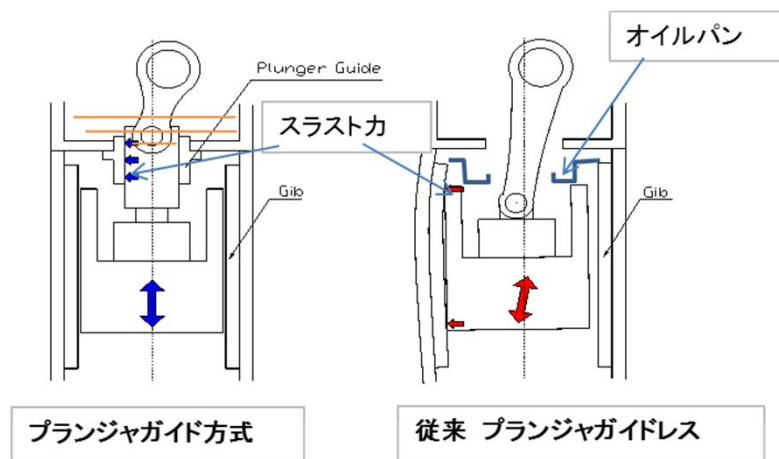


図7

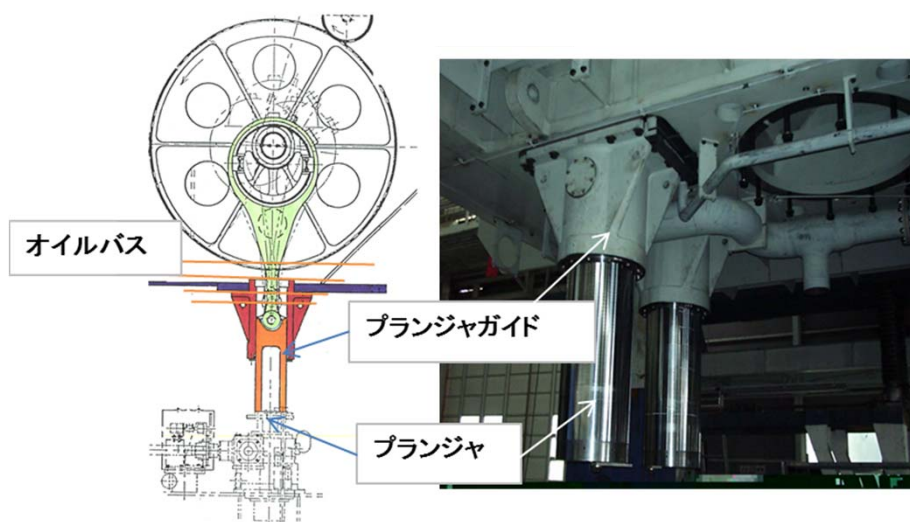


図8

## 4-6 金型段取

### 1. 金型交換装置

総合稼働率アップの為に、段取替え時間の短縮が重要なテーマとなっている。プレス機の自動化・高速化さらには多品種少量生産の流れが進めば進むほどその重要性がクローズアップされる。

一般的には、段取り替えのなかでも金型交換が最も時間と労力を費やしているものであり、その時間短縮・作業の簡易化に向けた取組みが多くなされている。金型交換には金型のみを交換するダイホルダー交換装置による一体交換方式が多く採用されている。

代表的なダイホルダー交換装置例を図1に示す。

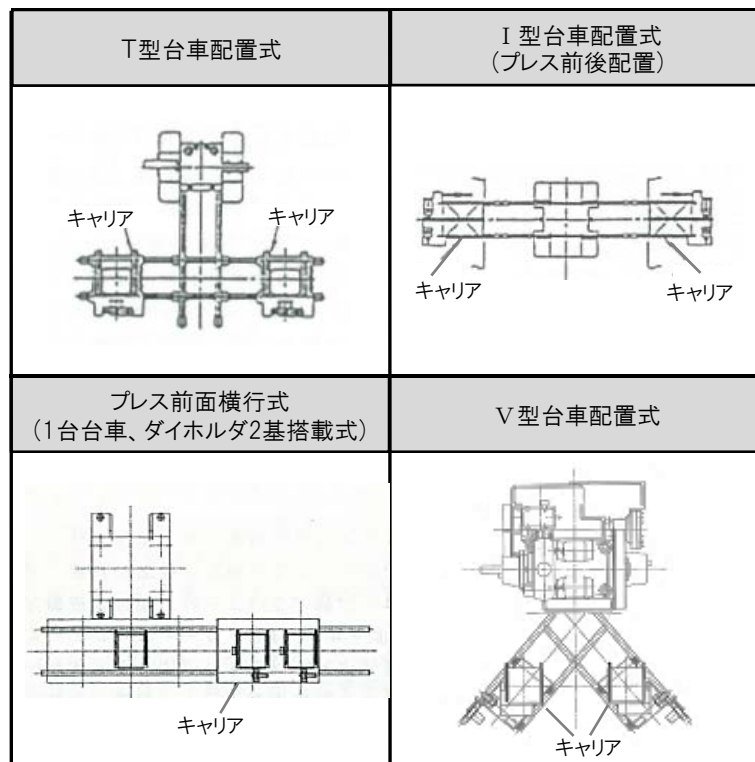


図1. ダイホルダー交換装置例

### 2. 上ダイホルダー反転装置

外段取り作業で上ダイホルダーを容易且つ安全に反転するため、比較的簡易なタイプの上ダイホルダー反転装置が使用されている。(図2)

また、外段取り作業の簡易化・安全性向上のため、ダイホルダーをメインホルダーとサブホルダーに分割し、サブホルダーと金型を同時に交換するという方法も多くなっている。

### 3. ダイクランパー装置

金型交換時間の短縮と労力の低減を図るため、ダイクランパー装置が採用されている。下記にダイクランパーの代表的な方式を示す。(図3)

クランパーの種類・サイズは、各クランパーメーカーにて多彩なモデルが準備されている。



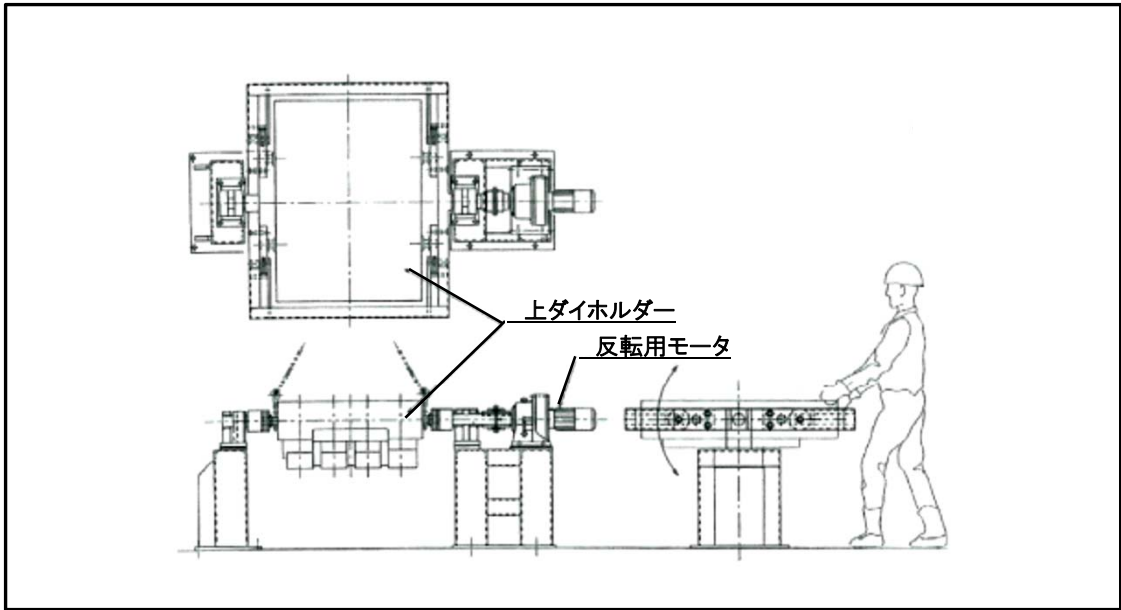


図2. 上ダイホルダー反転装置

4. ダイリフター、プリローラ

ダイリフターを使用することにより、重荷重の金型をボルスタからリフトアップし、スムーズにスライドさせることができる。ダイリフターには、油圧リフト式とスプリングリフト式がある。

また、プリローラを使用することにより、クレーン・フォークリフト・台車で運べる位置まで金型を引き出すことが出来る。使用例を図4に示す。

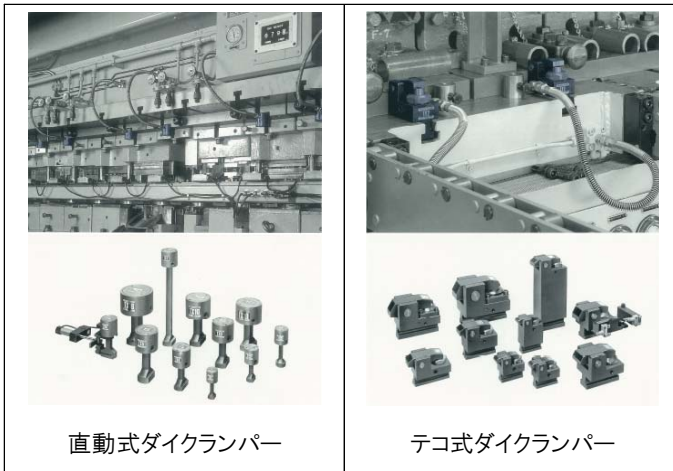


図3. 代表的なグランパー方式

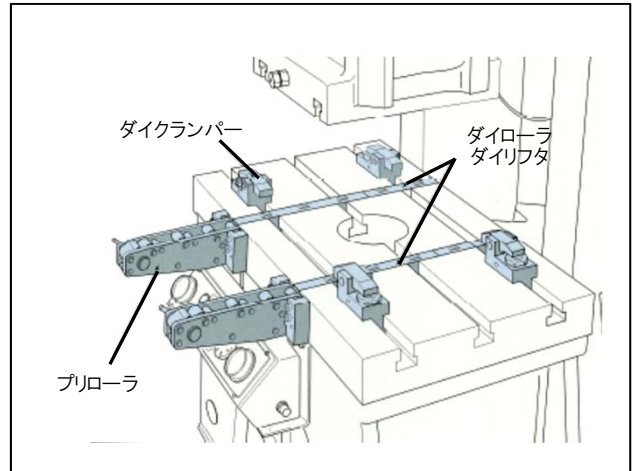


図4. ダイリフター、プリローラ使用例

## 4-7 S K O(Slide Knock Out)、 B K O(Bottom Knock Out)

### 1. メカニカルロックアウト

鍛造直後の製品を上下金型から離型するための装置で、鍛造プレスでは上下ロックアウト装置とエキセン軸またはコンロッドと連動するカム式メカニカルロックアウト装置が多く採用されている。上下ロックアウトピンで製品を挟み込むように離型するタイムドロックアウト方式は、製品の安定搬送がネックとなる自動プレスでは非常に重要である。図1、2に上下ロックアウト装置の構造例を示す。

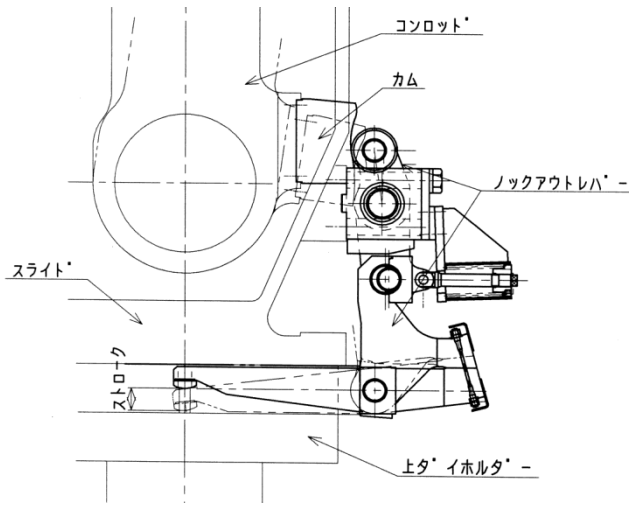


図1. 上側ロックアウト装置構造例

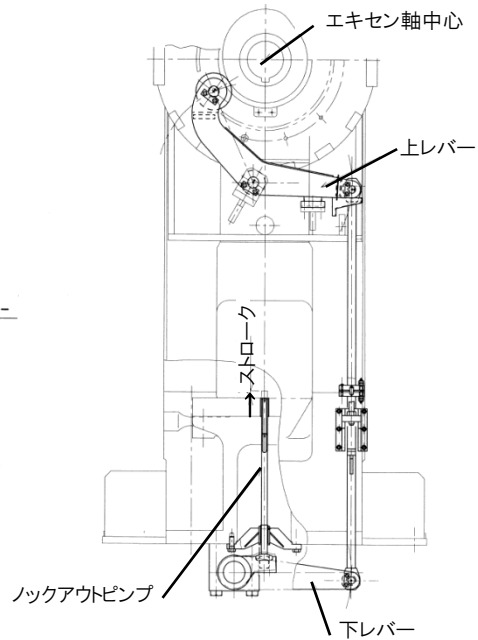


図2. 下側ロックアウト装置構造例

さらに上ダイホルダー内にエア式ホールドピン機構を内蔵し、上下ロックアウトピンストロークの隙間をエアシリンダーで押しえ込み跳び跳ね防止をより確実にする方法も多く採用されている。(図3、4)

温・熱間鍛造設備では製品と金型の接触時間が金型寿命に大きく影響する。従来、同一プレスで軸物と薄物を鍛造する場合、下ロックアウトピンストロークの遊びを大きくせざるを得ず、接触時間が長くなる等の問題があったが、近年ではストローク可変式下ロックアウト装置の採用も多くなっている。

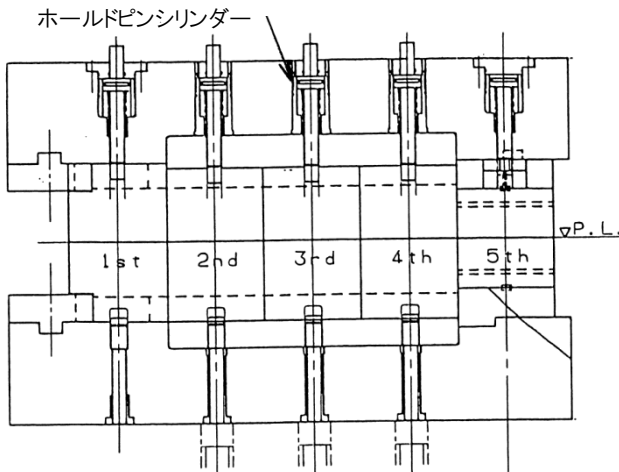


図3. ホールドピン機構

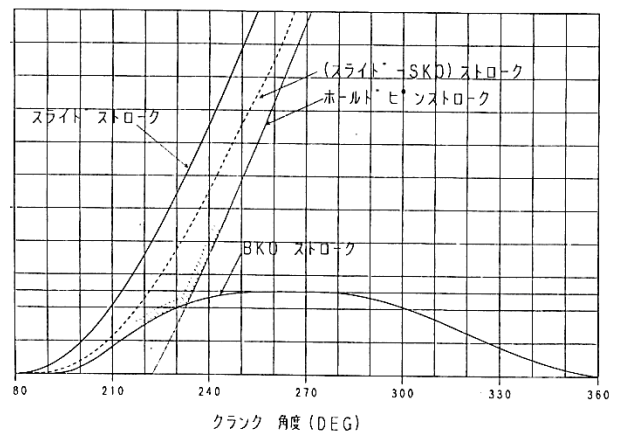


図4. SKO-BKOタイミング線図

## 2. 油圧式ノックアウト

油圧式ノックアウトは機構が簡単であり、従来から採用されているが、最近ではフレキシブルな油圧BKOが採用されている。(図5)

油圧サーボ弁を採用し、ストローク・速度・タイミングがフレキシブルにかつ容易に変更でき、多品種の製品に対応可能で、自動搬送の安定化にも寄与している。以下にその特徴を示す。

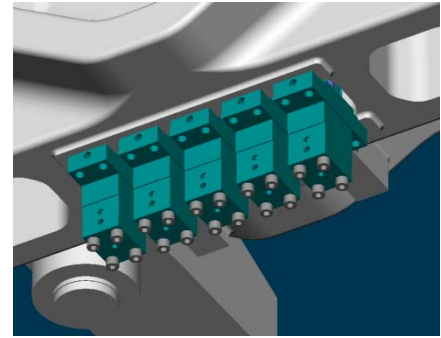


図5. フレキシブル油圧BKO

### ① コンパクトで部品点数を削減

油圧式とすることで、コンパクトで部品点数の少ない構造となる。

メカニカルBKOで採用されている下レバー等の大物部品の解体スペースが不要となり、基礎寸法を小さくすることができる。

### ② 各工程別にストロークとタイミングを可変可能、機械式並みの高応答性

各工程のストロークの始点位置を可変することで、各工程のノックアウトピンのガタをゼロに調整することができ、各工程のノックアウトタイミングが可変で高応答なことから、各工程で最適なタイミングでノックアウトするように調整することができる。これより、金型と製品の型打ち後の接触時間を最小とすることができ、金型寿命の向上につながる。

ストローク可変の機械式BKO装置は、ストロークが比例的に変化するため、ストロークを短くすると図6に示すように、SKOピン先端との隙間が大きくなってしまふ。

これに対し、フレキシブル油圧BKOは、図7に示すようにストロークを短くしても、ストロークの長いときのピン速度と同一にすることができ、ストロークが変化しても、SKOピン先端との隙間を同一にすることができ、これは、ストロークを変化してもノックアウトするタイミングが変わらないため、安定搬送につながる。

### ③ 製品の飛跳ねを防止

上述したような飛跳ねる製品をホールドピンで押さえるという考え方でなく、その原因である飛跳ね自体をBKO側で発生させないような制御システムも考案されている。

単純に一定速度でノックアウトした場合、製品が金型から離型した瞬間やストローク端で停止する際の製品飛跳ねが起きやすい。

油圧サーボ弁を使用した制御システムでは、以下のような制御で製品の飛び跳ねを抑えている。

- ・製品が金型から離型する際の圧力の変化を検知し、離型直後のシリンダ上昇速度を減速させる制御。
- ・ストローク端で停止する際、ノックアウトピンの上昇速度及び加速度をコントロール。

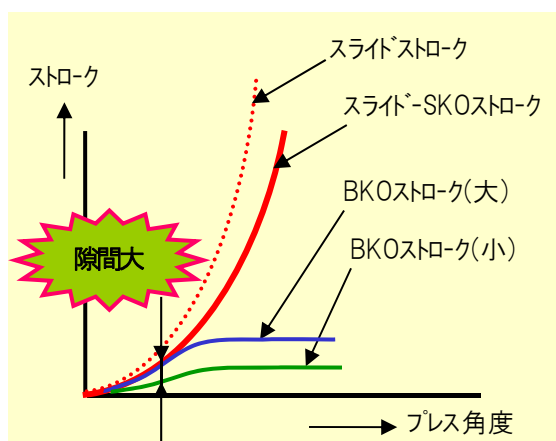


図6. ストローク可変 機械式BKO

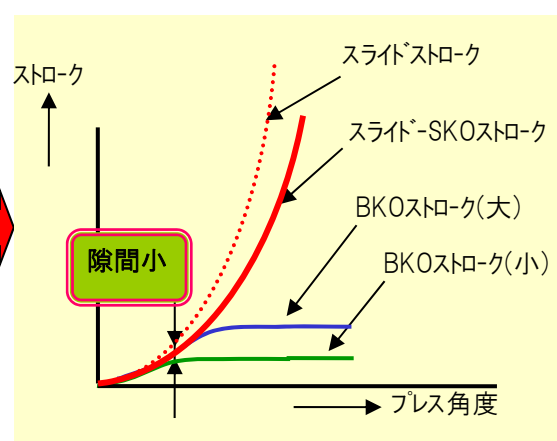


図7. フレキシブル油圧BKO

## 4-8 クラッチ・ブレーキ機構

機械式プレスにおいて、フライホイールに蓄えられた回転エネルギーをスライド駆動機構に伝達（連結・解放）する装置としてクラッチ・ブレーキ機構がある。

### ① 種類

小型から大型まで冷間、熱間プレスで使用されているタイプを分類すると図1の様に大別される。基本構造は、フリクションタイプで、ライニングと呼ばれる摩擦材と摩擦板ディスクを押し付け/解放して摩擦力で回転を伝達、制動する装置である。

ライニングとディスクをオイルバス環境で使う場合を、通常の大気中で使う「乾式」に対し「湿式」と称している。押し付け力を発生させる媒体として「エア駆動方式」と「油圧駆動方式」がある。

また、主に大型で使用されているクラッチとブレーキが分離した「セパレート型」と、小、中型で使用されている両装置を組み合わせた「コンビネーション型」がある。ライニング構造においてもライニング式クラッチとブロック式クラッチの2種類がある。

(図2)

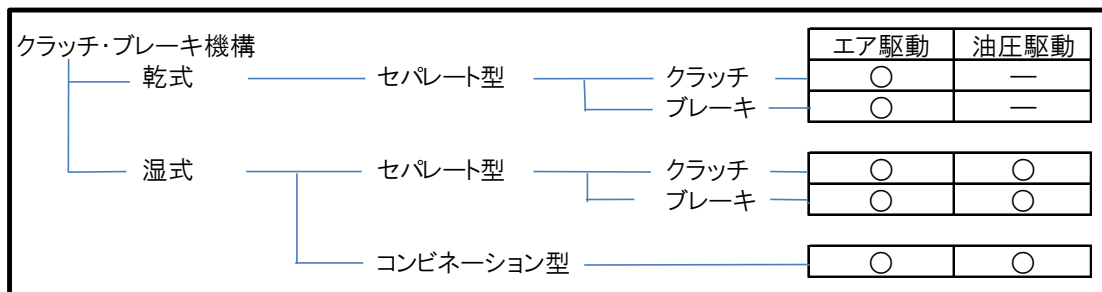


図1. クラッチ・ブレーキ機構の種類

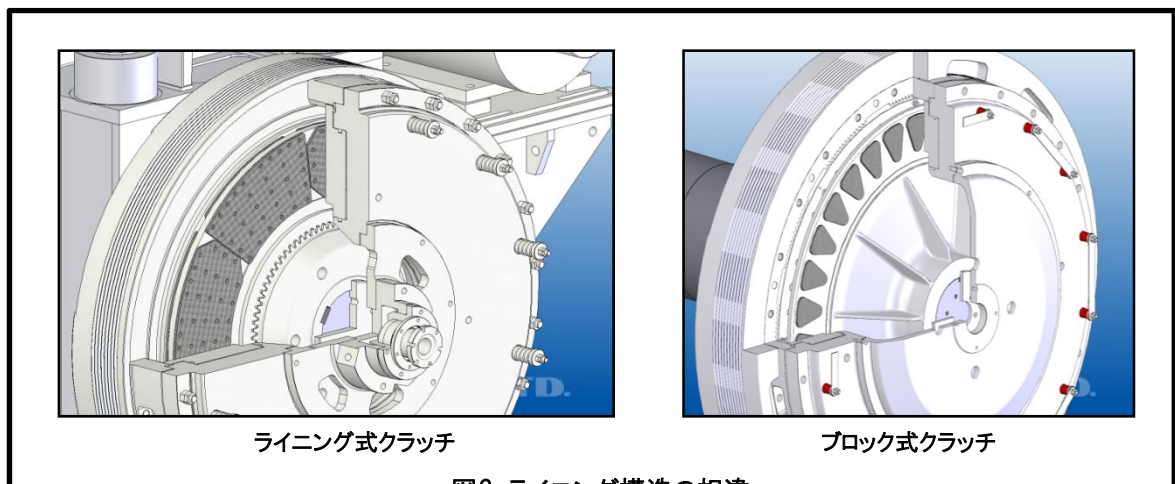


図2. ライニング構造の相違

### ② 作動

作動は、ピストンシリンダーとバネの力で摩擦板の押し付け、解放で行っている。クラッチ、ブレーキは安全装置であり、駆動源（電源、エア、油圧）が切れた場合にも安全サイドに働く機構となっている。

即ち、クラッチはバネで解放方向に動き、ブレーキはばねで押し付け 制動方向に動く。この動きは、乾式、湿式、セパレート、コンビネーション、エア、油圧に関係なく同一である。

バルブの故障などによりブレーキが作動しないという問題が生じないように、2個のバルブを使用し、必ずエアが排気できるような構造としている。



### ③ 選定と得失

どのタイプを選定し採用するかは、冷間、熱間、成形仕事量、連続運転、断続運転といった機械の使用条件と各タイプの得失を判断して、決められているが鍛造プレスの場合一般的には下記の方式が採用されている。

| プレスの種類         | 駆動方式                          |
|----------------|-------------------------------|
| 小・中型 冷・温間鍛造プレス | 湿式 コンビネーション エア駆動、油圧駆動方式       |
| 大型温間鍛造プレス      | 乾式 セパレート エア駆動                 |
| 大型熱間鍛造プレス      | 乾式 セパレート エア駆動(+ブレーキディスクを水冷冷却) |

大型、中型板金用プレスで一般的に使用されている乾式セパレート方式は、近年コンパクトで高トルクが得られ高速回転で大きなエネルギーの伝達が可能で静かでメンテナンス周期の長い湿式コンビネーション 油圧駆動に移行しており、鍛造プレスにもこの動きがある。

### ④ 乾式と湿式

【乾式】・セパレート、エア駆動タイプのみ

- ・湿式に比べ、比較的ライニングの摩耗が早い
- ・小・中型の主流である湿式 コンビネーションに比べ装着スペースが2倍で大きい
- ・放熱は空冷であるが、大型熱間鍛造のように断続で大きな仕事量が必要な場合、ディスクを水冷冷却する必要がある。断続運転の場合のみエア消費が生じる。

【湿式】・乾式に比べ、ライニングの摩耗が少ない

- ・セパレート、コンビネーションがあるが、コンパクトで高性能なコンビネーションが主流
- ・連続運転でも、油の攪拌抵抗による発熱、エネルギーロス、油劣化がある
- ・断続運転では、油を空冷・水冷・チラーで冷却する必要あり、付帯追加設備が必要
- ・油圧駆動方式コンビネーションの場合、最もコンパクトで高い性能が得られるため上記の欠点を解決し、大型プレスへも移行している。

代表的な動力伝達機構とタイプ別のクラッチ・ブレーキ機構を図3と図4に示す。

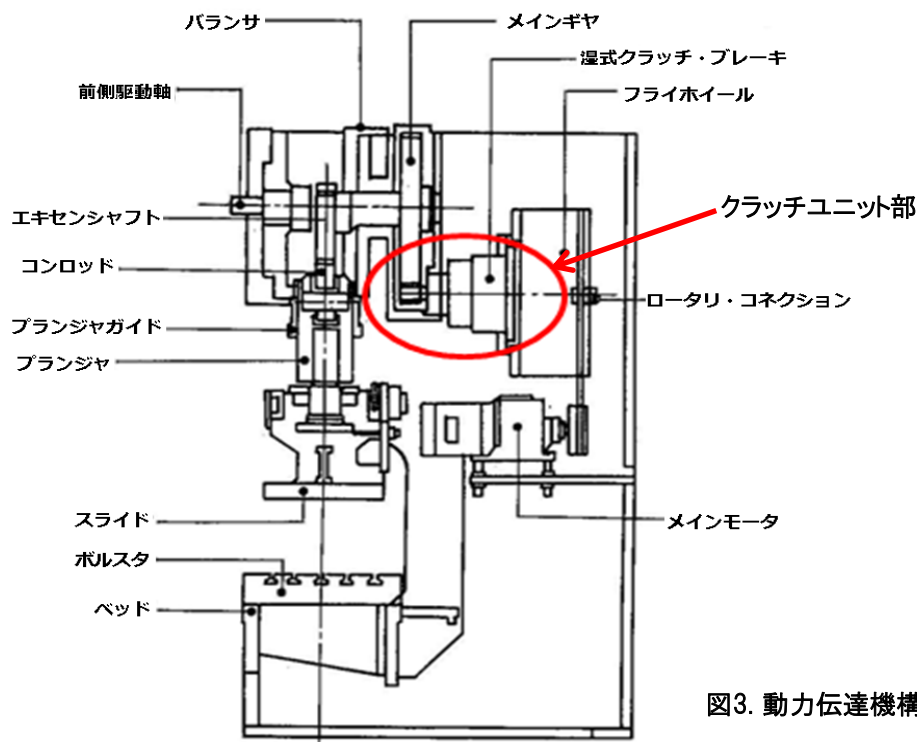
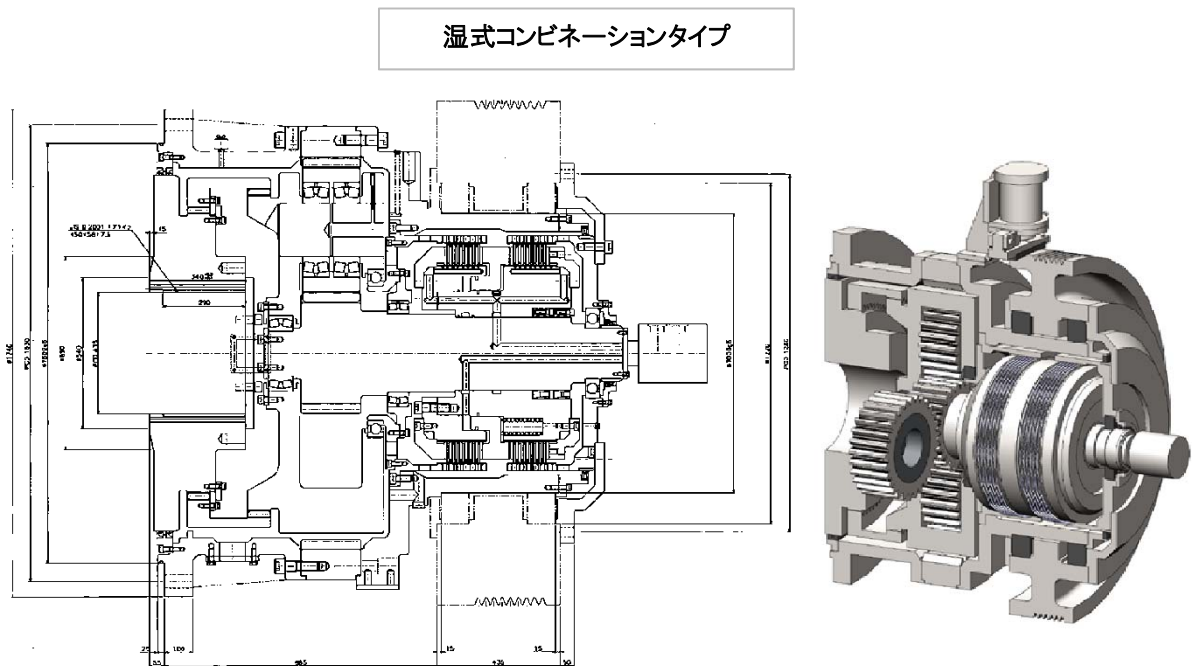
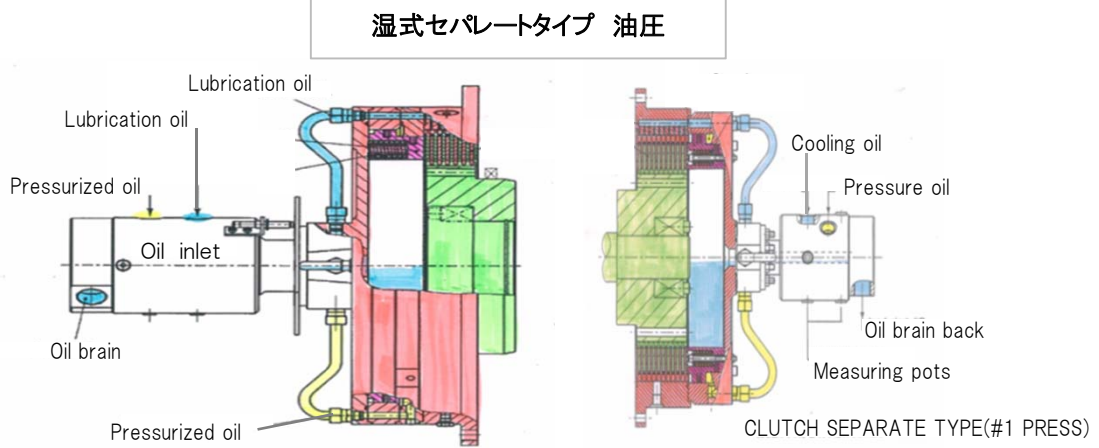
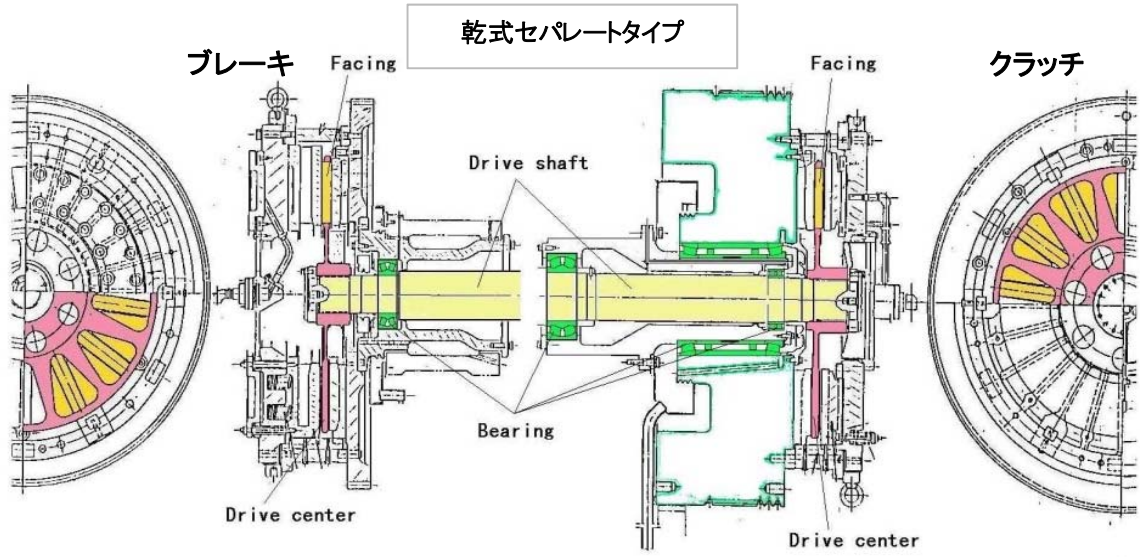


図3. 動力伝達機構

図4. タイプ別のクラッチ・ブレーキ機構



## 4-9 潤滑装置

### 1. 金型潤滑

温間・熱間鍛造において金型潤滑剤の役目は重要で潤滑性と冷却を兼ねている。

金型潤滑剤は、黒鉛系の黒色潤滑剤と高分子系の白色潤滑剤があるが環境等の関係から白色潤滑剤が増えてきている。

金型に吹き付ける装置として金型近くにノズルを固定して吹き付けていたが、自動機になると吹き付ける位置・パターンを一定にするために固定ノズルと移動ノズル装置を使用するのが一般的である。(図1)

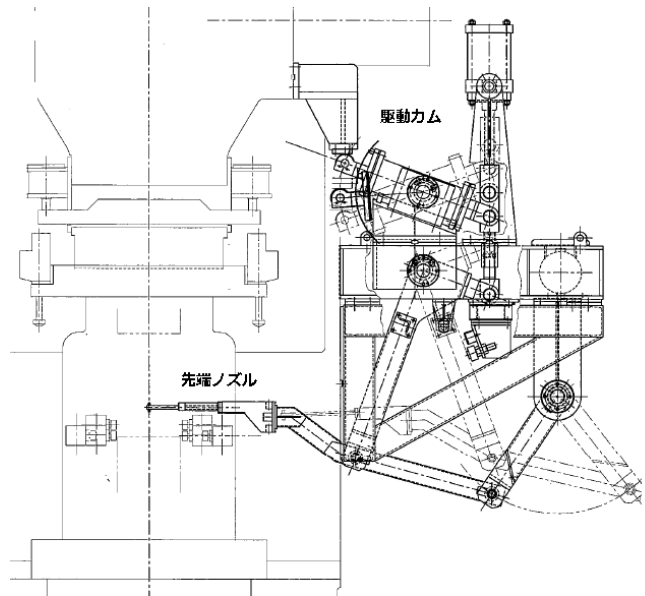


図1. 移動ノズル装置

移動ノズル装置の方式としてスライドの上下運動を利用してノズルを出入りする装置であり、ダイセットに取り付けた移動ノズルもあるが、プレスの上死点停止位置が変わると出る位置も変わる問題点がある。

その問題点を解決し、自由に吹き付け時間および位置を設定出来るサーボ式移動ノズルが主流になってきている。(図2)

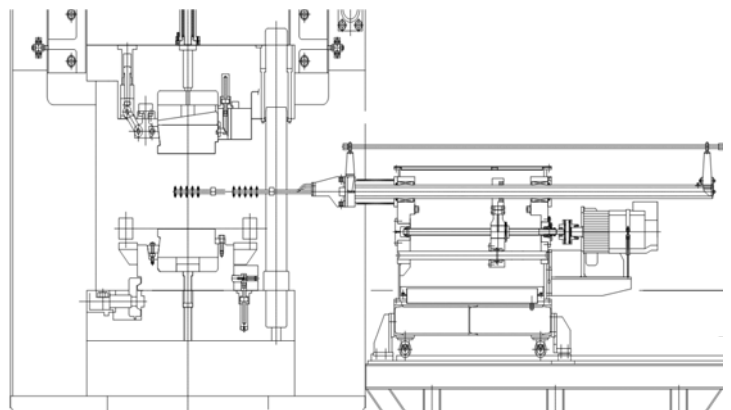


図2. サーボ式移動ノズル

熱間鍛造においては金型冷却・潤滑の問題があり自動機においてはかなりの量を吹き付けている。そのためにリサイクルが必要になり吹き付けた金型潤滑剤を回収してスケール除去・濃度調整を行うシステムが使用される。

図3は、その例を示したシステムである。

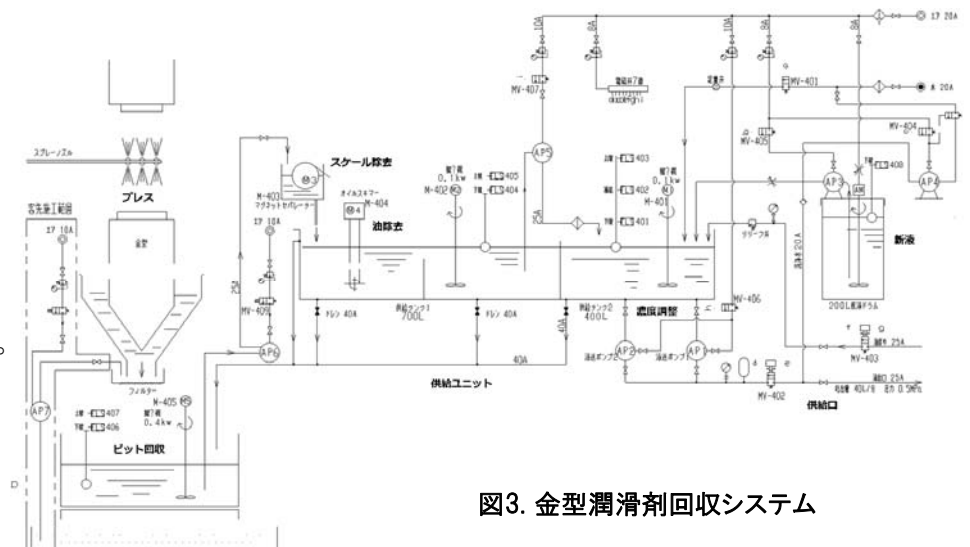


図3. 金型潤滑剤回収システム

## 4-10 材料装入・搬送・取出機構

### 1. チャージ装置

素材をプレス内に搬送するための装置であるが、鍛造では素材が高温であること及びスケールや金型潤滑剤の影響を受けやすい部位であることにより、確実に高速で搬送するための多くの開発・工夫がなされてきた。また型替時、素材サイズの変更に伴うアタッチメント等交換部品の共用化、交換の容易さ等の面からも常に工夫が必要な装置である。

トランスファーフィーダと同様ACサーボモータの採用により、より高速で安定した搬送が可能になっている。特に一台のプレスで縦打・横打の両方を行う場合、素材の姿勢を切換えてプレス内に搬送する等ユニークな機構を持つチャージ装置も古くから実用化されているが、その構造・機能も大きく進歩してきている。

ここでは、下記4例を紹介する。

- ① 従来、縦打・横打切換え可能なチャージ装置は構造が非常に複雑になる欠点があったが、その欠点を解消し搬送時間の短縮をも狙って開発されたACサーボモータ駆動2節リンク式チャージ装置を図1に示す。このチャージ装置は素材を掴んで搬送する爪部(縦打・横打兼用のため爪を90°反転する機構内蔵)およびリンク部から成り、ヒータから送られてくる素材を掴み、予め記憶された軌跡を描きながら素材をプレス側に搬送することができる。搬送軌跡は素材形状や型打方式によりタッチパネル上で設定変更が可能であり、スムーズで多彩な搬送動作を実現できる。

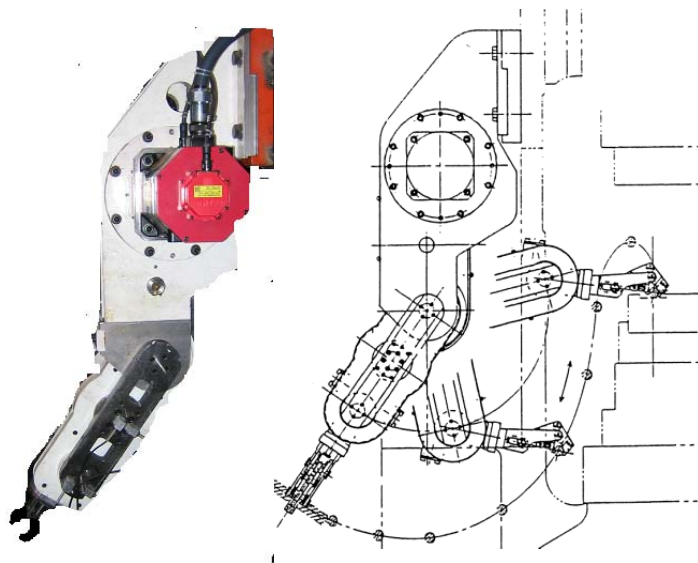


図1. ACサーボモータ駆動2節リンク式チャージ装置の例

図2に、動作パターンの編集画面例を示す。搬送軌跡上の通過点を2点ないし3点指定すれば、サーボモータの消費電流ならびに平均トルクも最小になるような滑らかな動作パターンを自動的に生成する機能を新たに開発し標準装備した。同機能により、素材形状や型打方式が変更されても、容易に動作パターンを編集することができ、現場での干涉チェックなどの微調整作業も円滑に行えるようになった。

本装置は16000kN～30000kNクラスに搭載可能で、最大5Kgの材料を3秒サイクル以下にて搬送可能である。

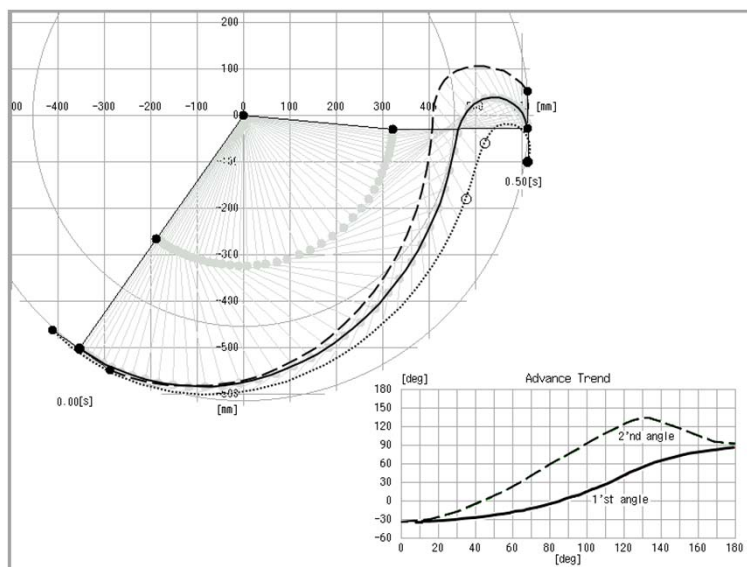


図2. チャージ装置動作パターン編集画面例

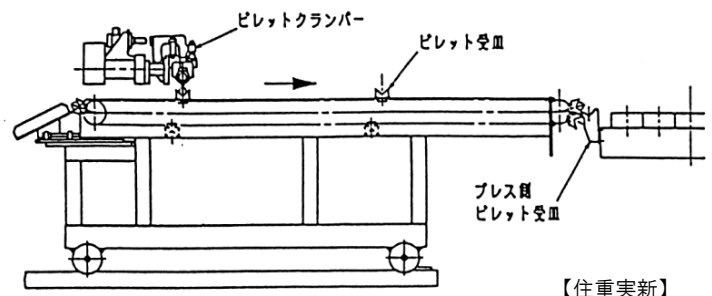


- ② サイクルタイムの短縮を狙って開発されたACサーボモータ駆動ワンウェイ方式チャージ装置を図3に示す。

加熱機から搬送されるビレットをビレットクランパーにて受取った後、定サイクル毎にコンベヤチェーン上に設けられた受皿に、さらにダイホルダー側受皿(0工程)に落下させていく方式であり、往復運動でないためサイクルタイムが大きく短縮可能である。

コンロッドやキャップ等の横打専用鍛造プレスに装備されることが多く、最大2.4秒サイクル(25spm連続)にて使用されている。

本チャージ装置は横打専用開発されたものであるが、コンベヤチェーン上に縦打用・横打用両方の受皿を交互に配置することにより、縦打・横打の切換えを行っている例もある。



【住重実新】

図3. ACサーボモータ駆動ワンウェイ方式チャージ装置

- ③ 上記と同様サイクルタイムの短縮を狙ったもので、縦打専用のACサーボモータ駆動受皿揺動式チャージ装置を図4に示す。

チェーン式コンベヤにて搬送されてきたビレットは受皿に入り、受皿ごと0工程位置に揺動回転されビレットはフィードバーの爪にてプレス内1工程へ搬送される。高速メカニカル連動プレスをはじめ多くの縦打プレスに装備されており、最大1.5秒サイクル(40spm連続送り)にて使用されている。

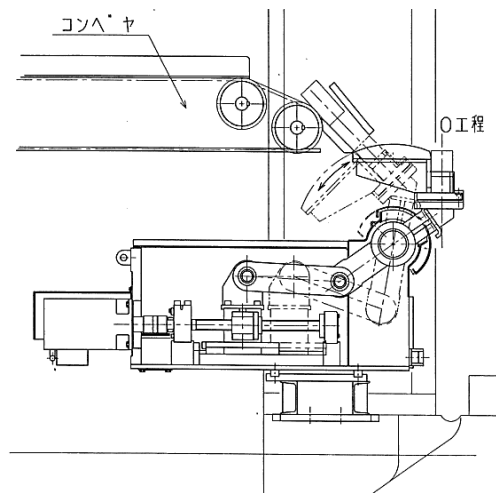


図4. ACサーボモータ駆動受皿揺動式チャージ装置

- ④ 一方ロボットは、汎用性が高いのでヒーター出口から直接に金型に搬入してビレットの温度低下を防ぐことに使用されることもある。(図5)

ロボットなので掴む位置・搬入する位置・縦打ち・横打ちなどプログラムで自由に対応出来るので最近では頻繁にプレスのラインで使用されてきている。

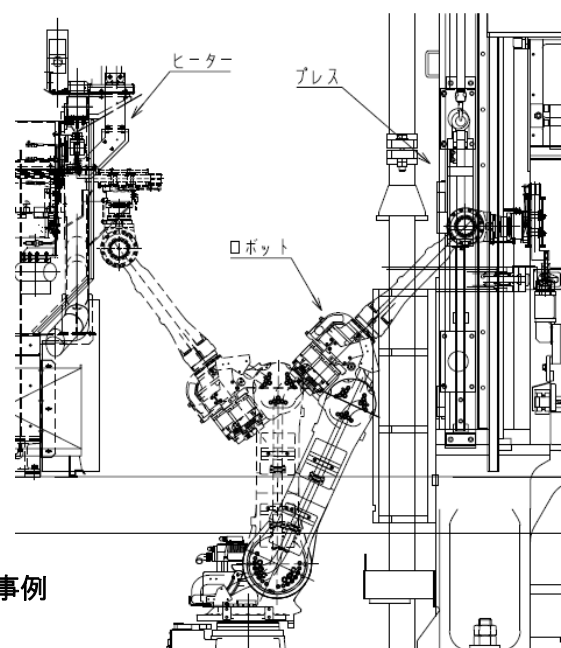


図5.ロボット導入事例

(2) トランスファフィーダ装置

国内に於ける鍛造プレスでは従来、比較的生産性追求に重点をおいてきたためマニプレータ（ロボットを含む）よりトランスファフィーダ装置が多く使用されてきた。

トランスファフィーダ装置とは通常プレスフレームに設置された駆動ボックスにて駆動される2本のビームに取り付けられる爪によりワークを搬送する方式をいう。

温・熱間鍛造ではスケール・潤滑剤の影響を避けるため駆動ボックスは上部に懸架される方式が多い。

方式により次のように分類される。

| トランスファ方式 | 駆動方法       | プレスとの運転方式 | サイクル数     |
|----------|------------|-----------|-----------|
| プレス連動式   | エキセン軸からの駆動 | P/M       | 20~50 spm |
| 独立駆動式    | ACサーボモータ式  | P/M、T/M   | 15~40 spm |
|          | 電-油サーボ式    |           |           |
|          | カム=油圧式     | T/M       |           |
|          | メカニカル式     |           |           |
|          | その他        |           |           |

【P/M】：プレスマスタ方式

プレスは上死点で停止せず連続回転する。トランスファフィーダもプレスに同期しながら連続運転し製品を搬送する。

【T/M】：トランスファマスタ方式

プレスは毎回設定点（熱間では上死点）で停止する断続回転、トランスファフィーダは連続運転を繰り返す。トランスファフィーダからの電気信号でプレスを起動する。

① プレス連動式トランスファフィーダ

従来より実用に供されている熱間鍛造機の中で高速性能が優れたものとしてはホットホーマがある。

これは横型鍛造機であり構造的に金型潤滑剤・冷却水の処理が容易なために高速成形が可能となったものである。

しかし、製品搬送が二次元であるために、生産可能な製品形状が密閉鍛造品に限定される、段取替時間が長い、設備コストが高いといった欠点がある。

これに対し、縦型鍛造プレスは密閉及びバリ出し鍛造にも対応可能、

生産可能な製品があまり限定されない、段取替時間が短い、ホットホーマに比較して低コストなどの長所がある。この長所を生かしてホットホーマと同等以上の生産速度を目指して開発されたメカニカル連動式高速自動鍛造プレス用のトランスファフィーダを図6に示す。エキセン軸を駆動源とし、カムボックス内のカムによりフィードバーに3次元モーションを与える構造となっており、プレススライドと機械的に同期され、確実な高速運転が可能である。

プレスマスタ方式で使用され、ストローク・タイミング等が固定されているため比較的对象製品が限定され、高速生産性を重視したケースに使用されている。

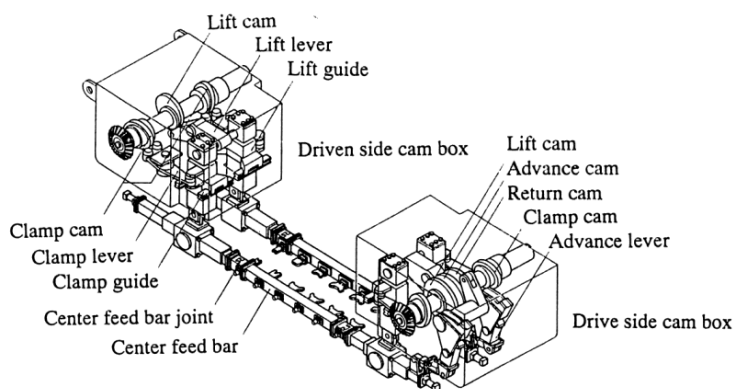


図6. プレス連動式トランスファフィーダ

## ② 独立駆動式トランスファフィーダ

独立駆動式トランスファフィーダは駆動源を独自にもっており、その構造により前述の表のごとく区分される。旧来はモータ駆動でカムを用いたメカニカルタイプが多く使用されていたが、多品種少量生産・柔軟性向上の観点からいろいろなタイプのもが開発されてきた。

駆動部をプレス本体から分離したカム＝油圧式、電＝油サーボ式トランスファフィーダ等があいついで開発・実用化されてきたが、近年ではACサーボモータによる直接駆動方式が主流となっている。（図7）

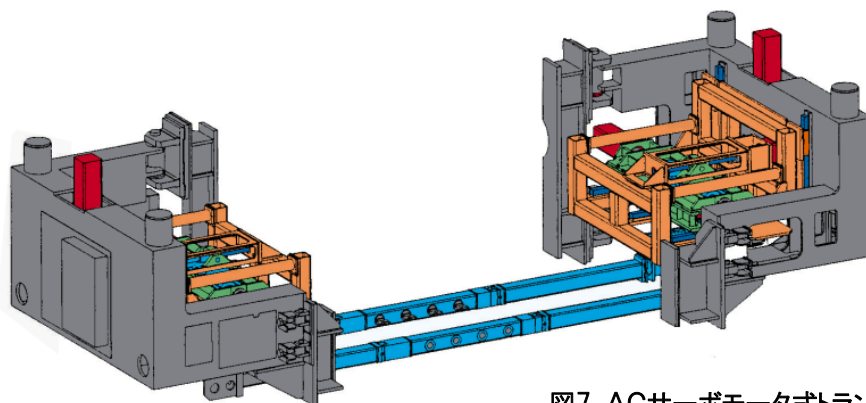


図7. ACサーボモータ式トランスファフィーダ

これは温・熱間鍛造雰囲気におけるACサーボモータの耐久性アップにより実現可能となった要素も大きく、構造の簡素化が図れ操作性・フレキシビリティが大きく向上した。

ACサーボモータ式トランスファフィーダはストロークやタイミングはタッチパネルを用いて簡単に設定変更可能である。

また、搬送条件を以下のように選択可能とし、一台のプレスで幅広い対象製品を最適な条件で生産することが出来るという特徴を持つ。

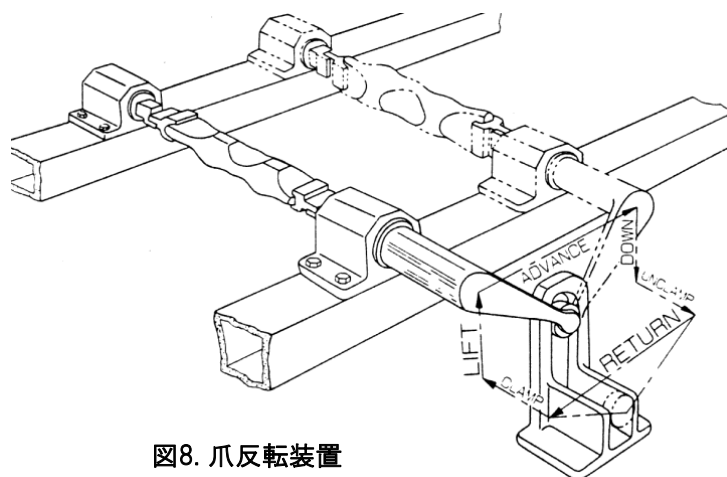


図8. 爪反転装置

- ・コンロッドのような薄物と等速ジョイントのような軸物でリフトストロークを切り替えて、薄物の場合は搬送速度を上げて生産する等品番毎に最適条件を設定・記憶し、容易に呼出し可能。
- ・製品の形状、難易度によりアドバンスストロークの中間で停止時間を設け金型潤滑時間を確保する。
- ・各ストロークのオフセット機能、微調整機能により操業時の調整が容易になる。
- ・トランスファ、プレス共タイミングモードを切替え、一台のプレスでトランスファマスタ方式とプレスマスタ方式の運転を行える。

尚、トランスファフィーダのフィードバー3次元動作を利用した特殊な例として、例えば曲げ工程から荒打工程への搬送途中で製品を90度または180度反転させ歩留まり向上・成形性向上を図っているケースもある。（図8）

### ③ ACサーボモータ駆動前後分割式トランスファフィーダ

旧来はモータ駆動でカムを用いたメカニカルタイプが多く使用されていたが、多品種少量生産・柔軟性向上の観点からいろいろなタイプのトランスファフィーダが開発されてきたが、この10年間ではACサーボモータによる直接駆動方式が主流となっており、構造の簡素化が図れ、操作性・フレキシビリティも大きく向上した。

また、搬送条件を以下のように選択可能とし、1台のプレスで幅広い対象製品を最適な条件で生産することができるという特徴もほぼ標準仕様となってきた。

- 1) コンロッドのような薄物と等速ジョイントのような軸物でリフトストロークを切り替えて、薄物の場合は搬送速度を上げて生産するなど品番ごとに最適条件を設定、記憶し、容易に呼出しが可能である。
- 2) 製品の形状および難易度によりアドバンスストロークの中間で停止時間を設け、金型潤滑時間を確保する。
- 3) 各ストロークのオフセット機能および微調整機能により、操業時の調整が容易になる。
- 4) トランスファおよびプレスともタイミングモードを切替え、1台のプレスでトランスファマスタ方式とプレスマスタ方式の運転を行える。

ただし、従来のACサーボモータ駆動トランスファフィーダの構造的な欠点として、駆動部ボックスが左右にそれぞれ配置されていることから、プレス入側および出側のスペースが制約され、製品搬送の設計自由度、特にチャージ装置の設計に制限を受けるという問題があった。

2003年ころから、この問題を解決しさらにメンテナンス性、接近性および高速性をも大幅に向上させた前後分割型ACサーボモータ駆動トランスファフィーダが開発、実用化されている。

また、本装置は特別な制振制御方式を適用し、さらなる高速搬送を可能としている。

図9に外観を示す。

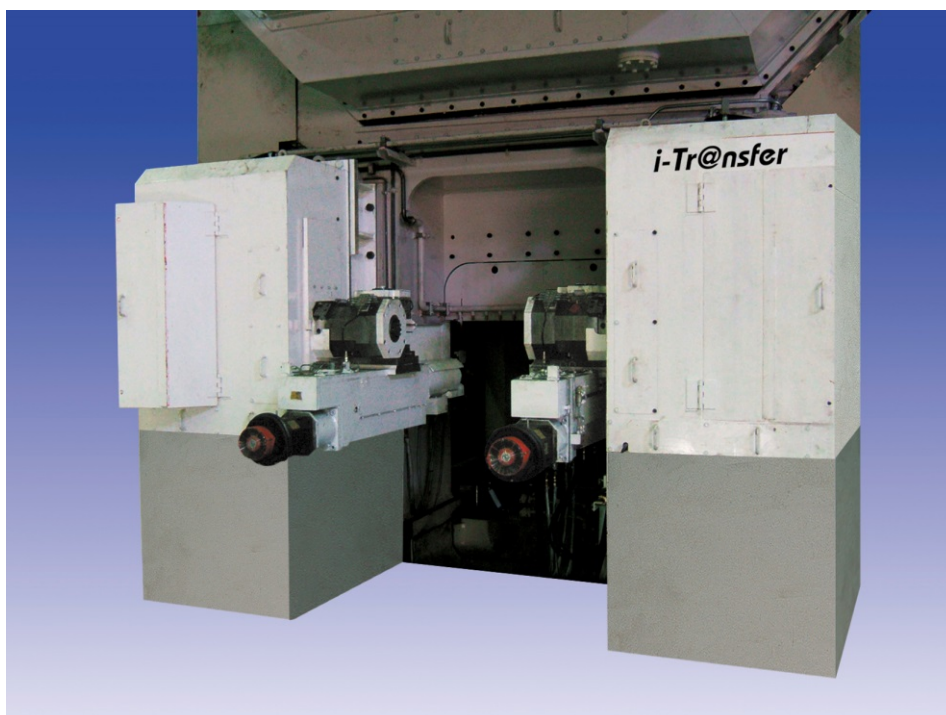


図9. ACサーボモータ駆動前後分割式トランスファフィーダ



(3) ディスチャージ装置

ディスチャージ装置は、プレス成形終了後、製品を次工程に供給する装置である。図10にその一例を示す。ACサーボモータにより駆動されており、その加速・減速パターンは、あらかじめ設定されたカーブにより制御されている。一般的にアタッチメント(受皿)は、製品の形状に合わせて取り替える必要がある。

打痕防止対策で図11のように金型から直接コンベアにワークを搬出する方法が最近の主流になってきている。

自動機の場合は、コンベアが金型近くまで設置できる10軸トランスファが採用されている。

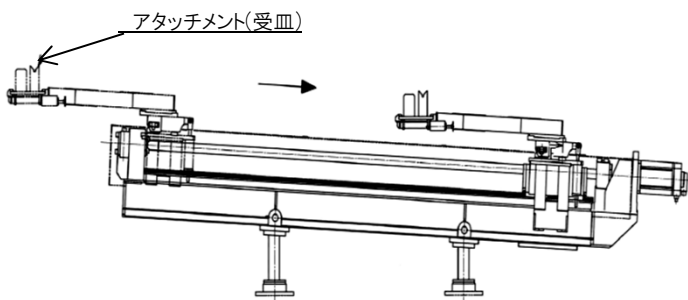


図10. ACサーボモータ駆動ディスチャージ装置

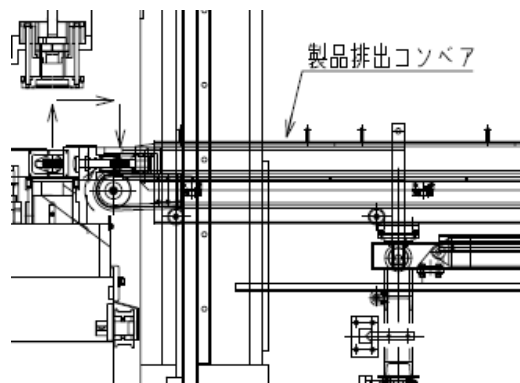


図11. 金型から直接ワーク搬出する装置

製品によっては図12のようにロボットで製品を金型から排出してコンベアの乗せる方法も採用されているが、ロボットのサイクルにより搬出サイクルが決定される。

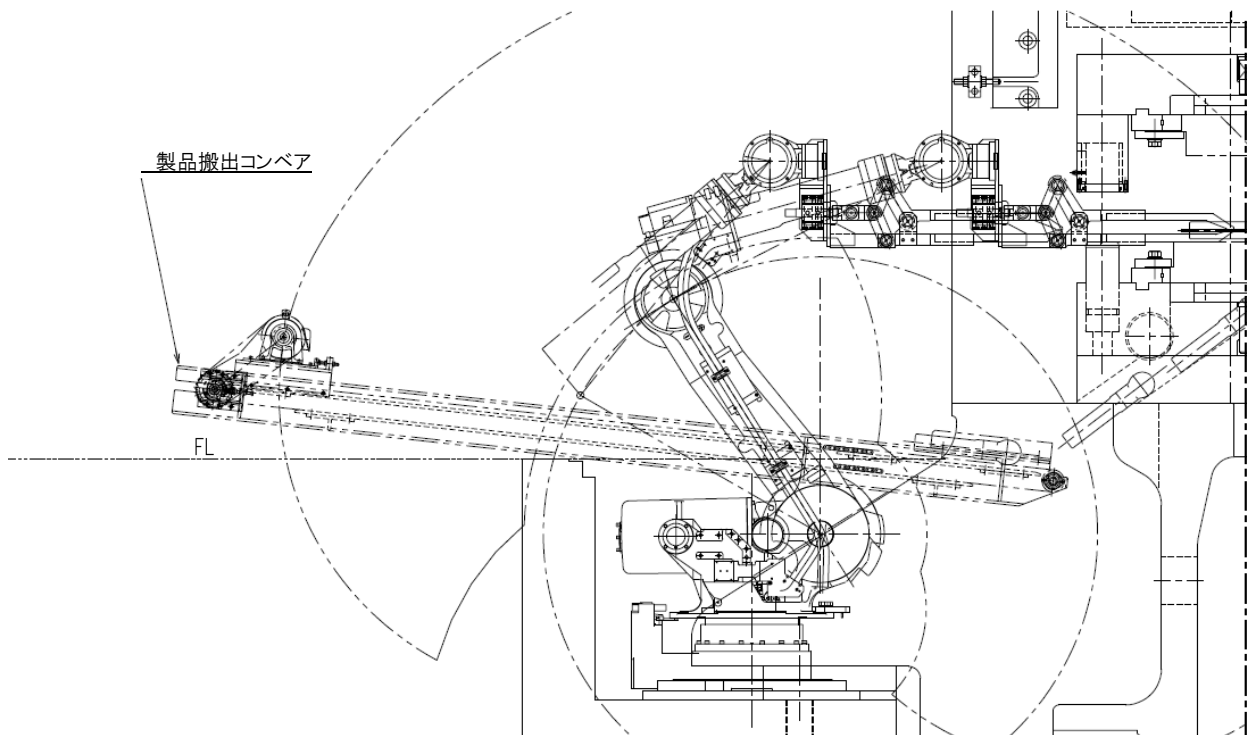


図12. ロボットを採用した搬出装置

## 4-11 加熱装置と素材切断装置

### (1) 加熱・加熱装置

鍛造作業を行う上で、加熱作業は切断とならび重要な工程である。(7ページの表2参照)適切な加熱を行い、鍛造品の安定した品質維持、加工力の低減・省エネを実施する必要がある。

熱処理の目的は 金属を適切なプロセスで加熱、冷却することにより機械的性質の改善や変形抵抗低減による加工力の低減、微細組織改善による強度向上があげられる。

鍛造における、熱処理は冷間鍛造のビレット前処理(ボンデ処理前の焼準)、温・熱間鍛造ビレット前処理(焼鈍、ショットブラスト)、加工前加熱(変形抵抗低減)、加工後の(焼鈍、焼準)等の熱処理があげられる。

いずれも、金属組織や結晶粒度の改善(焼準)、加工ひずみ除去と組織改善(焼鈍)による機械的強度向上、加工の変形抵抗低減を目的に実施されている。(表1)

| 比較項目 | 冷間鍛造                         | 温間鍛造   | 熱間鍛造  |
|------|------------------------------|--|---|
| 温度領域 | 室温                           | 200~900℃   | 1150~1250℃  |
| 加工工程 | 1.切断<br>2.焼鈍<br>3.潤滑<br>4.鍛造 | 1.切断<br>2.プレコト(170℃)<br>3.加熱<br>4.鍛造 3~4工程<br>5.トリム<br>6.焼鈍・ショットブラスト<br>7.機械加工 | 1.切断<br>2.加熱(1250℃)<br>3.鍛造 3~4工程<br>4.トリム<br>5.焼鈍・ショットブラスト<br>6.機械加工 |

表1. 冷間・温間・熱間鍛造の比較

加熱装置としては、7ページの表2に示すように焼鈍炉(無酸化炉)冷間ビレット前処理、高周波加熱炉、回転炉、トンネル炉(焼準、焼鈍炉)がある。

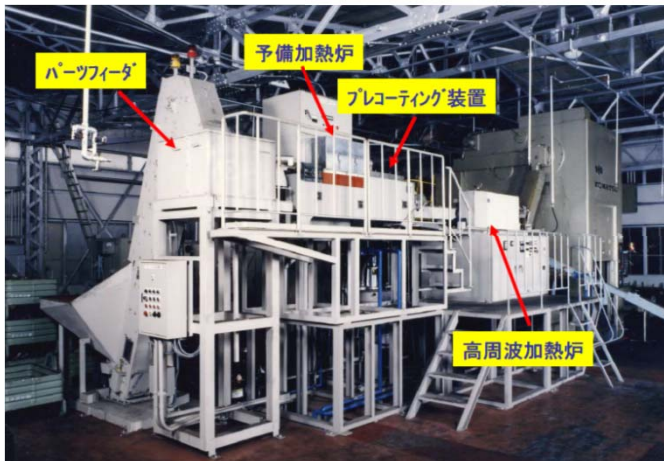
焼鈍炉



ピット炉



高周波加熱炉



アルミ素材、小物用

回転炉

(2) 素材切断装置

冷・温・熱間鍛造における鍛造品の生産は、全て素材の「切断」から始まる。

(7ページの表2参照)

切断された素材のビレットの精度は、あとに続く鍛造工程の安定性を左右し、鍛造製品の精度や品質にも大きく影響する。

特に、近年閉塞鍛造および冷間鍛造におけるNear Net Shape化により切断素材の精度要求が高くなってきている。

切断方法としては、鋸切断、ガス切断、シャー切断、砥石切断等があるが鋸切断、およびシャー切断が最も多く採用されている。

切断法は、鍛造用ビレットの素材取りとして採用されているが、鍛造方案により要求される切断精度を考慮し、最も経済的に高品位な素材を得るための切断法を採用する必要がある。

表2に各切断法による精度、生産性、歩留まりの目安を示す。

表6にビレット精度が工具、製品品質に及ぼす影響を示す。

表7に鍛造方案によるビレットの一般的な要求品質を示す。

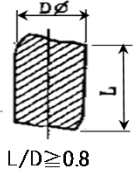
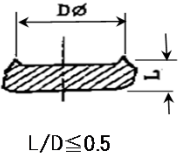
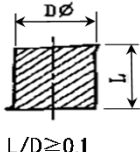
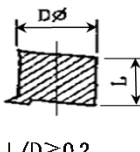
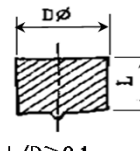
| No. | 方法    | 形状   | 精度   | 処理量  | その他特徴  |
|-----|-------|--|--|--|--|
| 1   | プレス切断 | <br>L/D ≥ 0.8  | L寸法: L ± 0.1mm<br>端面: ダレ・カエリ発生                 | MSR32<br>125ヶ/分<br>BCM90<br>85ヶ/分  | 歩留:<br>98~99%  |
| 2   | プレス打抜 | <br>L/D ≤ 0.5 | D寸法:<br>D ~ D + 0.1mm<br>端面: ダレ・カエリ発生          | 60ヶ/分  | 歩留:<br>60% (1列抜)<br>Lが10mm以上は不可                      |
| 3   | 丸ノコ切断 | <br>L/D ≥ 0.1 | L寸法: L ± 0.2mm<br>端面: カエリ発生                    | 鋼S20CΦ20<br>10ヶ/分<br>アルミΦ20<br>55ヶ/分<br>銅Φ20<br>40ヶ/分<br>銅合金Φ20<br>50ヶ/分 | 歩留:<br>カッター幅の材料損失<br>約2.5mm                          |
| 4   | 帯ノコ切断 | <br>L/D ≥ 0.2 | L寸法: L ± 0.25mm<br>の平行四辺形<br>端面: カエリ発生<br>段が残る | 鋼S20CΦ20<br>9ヶ/分   | 歩留:<br>カッター幅の材料損失<br>約1mm<br>精度が悪く冷鍛に不向き<br>(傾がりの発生) |
| 5   | 旋削    | <br>L/D ≥ 0.1 | L寸法: L ± 0.075mm<br>端面: センタボス<br>残る            | 鋼S20CΦ20<br>7ヶ/分   | 歩留:<br>バイト幅の材料損失<br>約4mm                             |

表2. 冷間鍛造の素材取り

| 項目   | 品質     | 与える影響             |                  | 備考                        |
|------|--------|-------------------|------------------|---------------------------|
|      |        | 工具に対し             | 製品に対し            |                           |
| 体積   | 過小     | —                 | 欠肉               |                           |
|      | 過大     | 過負荷又は破損           | 寸法過大またはバリ発生      | 密閉式工具の場合                  |
| 直径   | 過小     | 容器押出パンチの曲げ        | 非対称形状または局部バリ発生   | コンテナ内での位置ズレによる            |
|      | 過大     | コンテナ内面の摩耗         | 外周面の焼付き          | ピレットのコンテナ内の圧入による          |
| 断面   | ゆがみ    | コンテナ内面の曲げ         | 据込み曲り、押出、容器内外形偏心 | 非対称変形及び不釣り合いによる           |
| 端面   | 非直角    | 容器押出パンチの曲げ        | 局部バリ発生           | 同上                        |
|      | 非平行    | 同上                | 残留非平坦、折込み欠損      | 段のある端面を工具で加圧する            |
| 端面の角 | 鋭い角、バリ | この角が最初に接触する工具面の摩耗 | 折込み欠損            | 角が押しつぶされて潤滑膜が切れる。潰された角の折込 |
| 硬さ   | ばらつき   | 負荷、たわみの変動         | 寸法の変動            | 機械撓みの変動が大きい               |
| 加工硬化 | 発生     | 負荷増大              | 硬化部の割れ           |                           |
| 表面   | 粗面     | —                 | 残留粗面             | 特に無形部、潤滑材封入部              |
|      | 割れ     | —                 | 口広がり、折込欠損        |                           |
| 潤滑膜  | 過厚     | 保護                | 表面粗化             | 潤滑材の溜まったところ               |
|      | 過薄     | 焼き付き、摩耗           | すりきず             |                           |

表3. ピレット性状欠陥の鍛造工具及び製品に与える影響

| 鍛造      | 形式     | 直角     | その他条件     | 重量誤差    |
|---------|--------|--------|-----------|---------|
| ハンマー鍛造  | 横打ち    | —      | —         | —       |
| ↑       | 据え込み   | 1度以内   | かえり・傷無きこと | ±1%     |
| 熱間プレス鍛造 | バリ出し   | —      | —         | ↑       |
| ↑       | 密閉(閉塞) | 1度以内   | かえり・傷無きこと | ±0.5%以内 |
| ↑       | 前後方押出  | 0.5度以内 | ↑         | ↑       |
| 温間鍛造    | バリ出し   | ↑      | —         | ↑       |
| ↑       | 密閉     | ↑      | かえり・傷無きこと | ±0.4%以内 |
| ↑       | 前後方押出  | ↑      | ↑         | ↑       |
| 冷間鍛造    | 据え込み   | ↑      | ↑         | ±0.3%以内 |
| ↑       | 密閉     | ↑      | ↑         | ↑       |
| ↑       | 前後方押出  | ↑      | ↑         | ↑       |

表4. 鍛造形式による切断材の一般的な要求精度

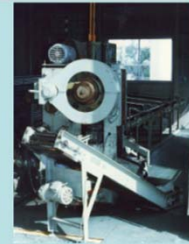


代表的素材切断

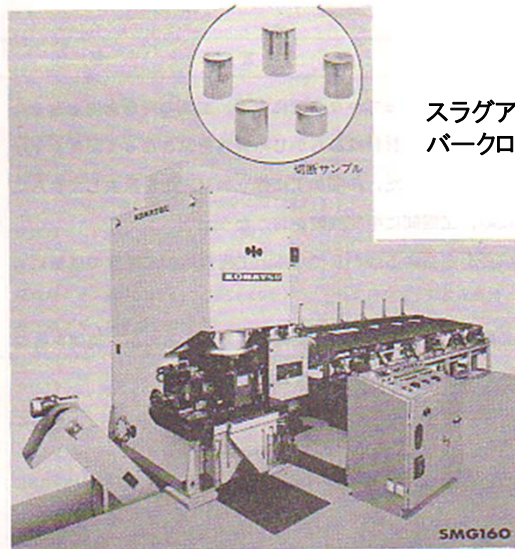
鋸盤



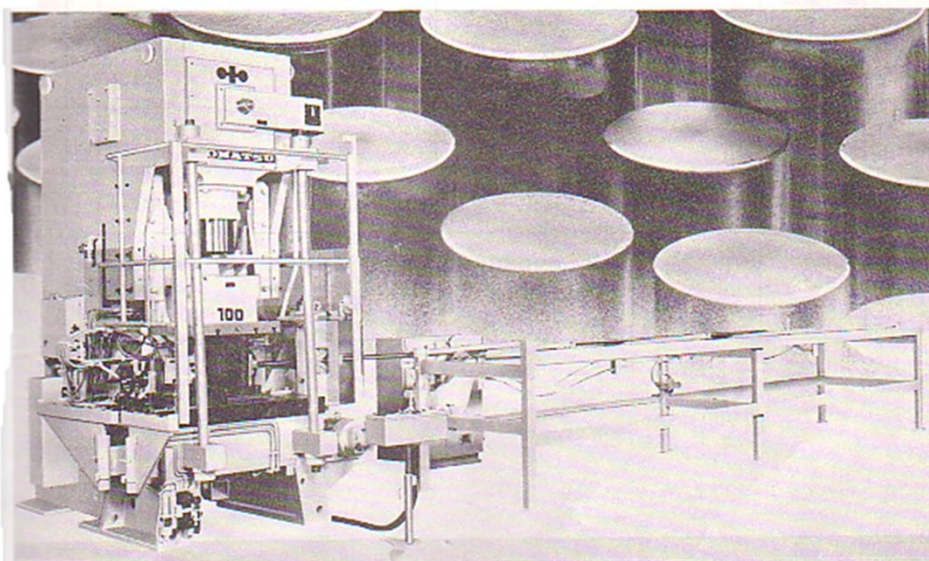
プレス切断機



切断サンプル



スラグアップセッター  
パークロッピングマシン(SMG)



# 各社の製品紹介

## 【各社製品紹介 株式会社 栗本鐵工所 ①】



**C2Pシリーズ  
16MN試作用鍛造プレス**

様々な鍛造試作条件の為、左右にそれぞれ大型サーボモーターと湿式ブレーキを搭載する非常にユニークな構造を採用。これにより自由なスライドモーションを使った試作から高エネルギー鍛造までを1台のプレスでこなすことが可能となった。また高い潤滑性を誇るプロベア(栗本新開発摺動部材)をギブライナーに使用し、高精度な鍛造を可能とした。



**C2Pシリーズ  
20MN鍛造プレス**

大型サーボモーター搭載のダイレクトサーボ式クランクプレス。静粛性に優れ、構造のシンプル化を実現。様々なスライドモーションに対応でき、その効果としては、工法の最適化(荷重低減、工程数削減)等が挙げられる。



**C2Fシリーズ  
40MNt自動鍛造プレス**

専用ラインという認識が強かった自動鍛造プレスの中で多様なワークに対応すべく、高剛性だけではなく、高速応答、高精度の偏心リストピン式ダイハイト調整装置、上死点停止、連続打ちのマルチモードを実現し、自動機での多品種少量生産を可能とした。



**C2Fシリーズ  
20MN軸物自動鍛造プレス**

高い位置からの加圧を必要とするCVT, CVJ鍛造は鍛造プレスの使用条件においては非常に過酷なものと言える。C2Fの16MN～30MNシリーズは軸物鍛造の環境においても高精度、高生産性を実現し、国内外に多数の納入実績を誇る。



## 【 各社製品紹介 株式会社 栗本鐵工所 ② 】



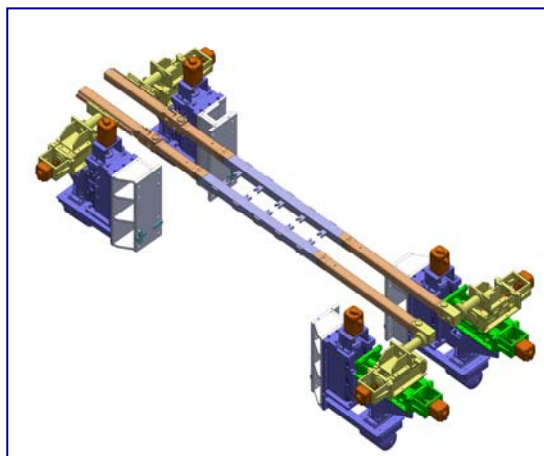
**C2Fシリーズ  
55MN自動鍛造プレス**

C2Fシリーズは～63MNまで製作可能であり、高荷重タイプの50MNクラスでは、上記のようなクラークラインやアルミ用の鍛造ラインに採用実績が豊富である。大型機であってもC2Fシリーズの特徴である高剛性、構造のシンプルな偏心リストピン方式のダイハイト機構はそのまま、高い稼働を実現する。



**CFMシリーズ  
16MN手動鍛造プレス**

10MN～16MNプレスへのニーズに特化したCFMシリーズは、コンパクトな構造や手動機での使用を想定した最適な仕様の選定から95年のデビュー以降国内外で50台以上もの実績を誇り、各鍛造分野において深く貢献している。



**TES-M型  
自動搬送機**

熱間鍛造の分野において、ACサーボ技術を利用したトランスファーを開発、現在では搬送レイアウトに優れる前後左右4分割BOXタイプの駆動軸が10軸のトランスファーを販売し、高速搬送、精密搬送を実現している。各種レトロフィットにも対応しており、各種鍛造プレスの自動化実績も増えている。



**ロボットタイプ  
材料供給装置**

熱間鍛造プレスにおいて、横打ち鍛造や縦打ち鍛造にはそれぞれ専用の材料供給装置をつけることが一般的であったが、近年では汎用ロボットを材料供給に使用する事例も増え、高速搬送や縦打ち横打ちを兼ねた使用が増えている。使用環境が苛酷な熱間・温間鍛造への対策も含めて、各種適切な材料供給装置を提案している。



## 【 各社製品紹介 アイダエンジニアリング株式会社 ① 】



### 冷間鍛造ベーシックマシン K1-Eシリーズ

変形ナックル機構により、押し出し成形も考慮したスライドモーションを採用しています。  
3本ベッドロックアウト(オプション)により 3工程トランスファ加工が可能です。



### 信頼と実績の冷間鍛造トランスファプレス CFTシリーズ

クランクモーション・多工程冷間鍛造用の2ポイントストレートサイドトランスファプレスです。



### 多様な加工ニーズに応える冷間鍛造プレス FMXシリーズ

リンクモーション、2ポイントストレートサイドの冷間鍛造用プレスです。  
トランスファ装置を装備することにより、多工程加工が可能です。



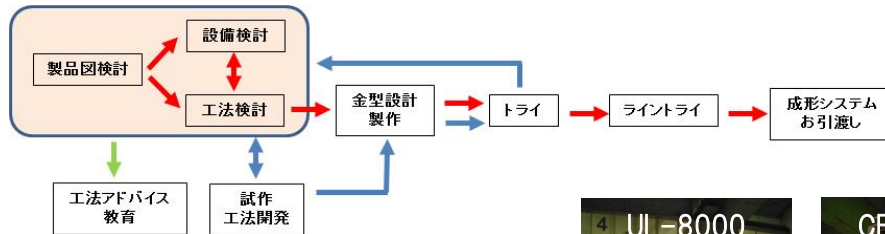
### 究極の精密成形機 ULシリーズ、DSF-Uシリーズ

驚異的に向上した動的精度により、金型寿命が大幅にアップ。  
まさに、究極の次世代成形機です。順送加工やファインランキンク、FCF工法から冷間鍛造加工まで、さまざまな用途に対応します。  
サーボプレス仕様(DSF-Uシリーズ)をラインナップしています。

# 【 各社製品紹介 アイダエンジニアリング株式会社 ② 】

## 成形技術センター

プレス機械メーカーの塑性加工技術の開発部門として最適なプレス機械、周辺装置の提案や板金・冷間鍛造成形のアドバイス・工法開発および成形システムとしての金型まで含めたパッケージの提供を行います。



冷間鍛造のトライ・実験用として、以下の設備を保有しています。

- 精密成形機:UL-8000(能力:8000kN)
- 冷間鍛造用リンクプレス:CF1-6300  
(能力:6300kN/閉塞鍛造成形対応)

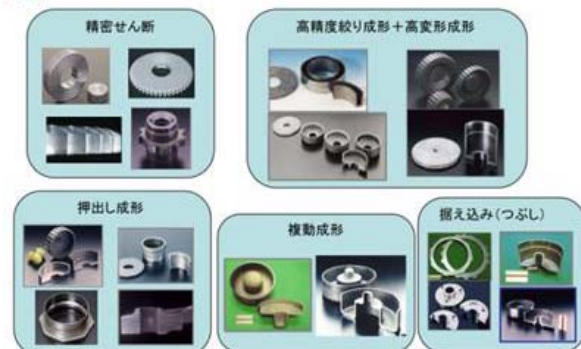


## 冷間鍛造分野の主な工法開発成果

- 1)「精密閉塞鍛造装置の開発」日本塑性加工学会 技術開発賞(2001年)  
K1、FMX、CFTの各機種への装備で、閉塞鍛造成形システムの構築。
- 2)「FCF工法(板鍛造)の工法開発」日本塑性加工学会 最優秀技術賞会田技術賞(2006年)  
FCF工法(板鍛造)のトップランナーとして多くの工法開発、成形システムの構築。



閉塞鍛造システムと製品事例



FCF工法(板鍛造)事例

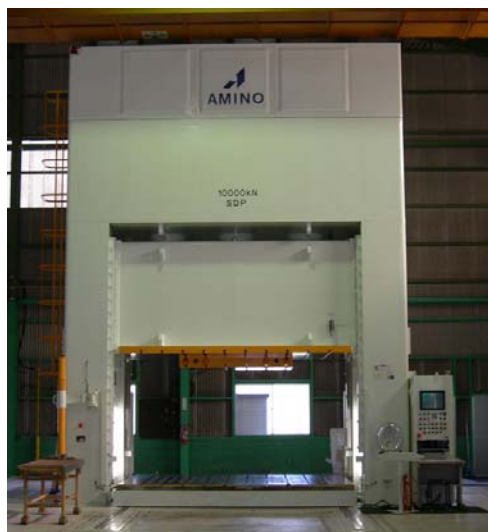


AIDA Information Care system 『AI CARE』とは、プレス機に装備されたセンサーデバイスより機械情報を自動的に収集、クラウドに格納、解析した情報をインテリジェント端末から引き出すことにより、稼働管理、生産管理、予防保全などを遠隔地より行う事のできるシステムです。





## 【 各社製品紹介 株式会社 アミノ ① 】



油圧プレス

最大50,000kNまでの油圧プレスを製作し、ユーザー様へ納入。  
 精度・操作性・安全性を考慮し、また、標準機からオーダーメイド機まで幅広く対応。  
 油圧用モーターはサーボモーターを使用するシリーズが有り、低騒音・省エネに優れた機械。



ダイスポットティングプレス

プレス金型メンテナンス作業用として使用。  
 精度・操作性・安全性を考慮し、精度においてはイコライザ装置にて長期間にわたり精度を維持します。  
 油圧用モーターはサーボモーターを使用するシリーズが有り、低騒音・省エネに優れた機械。



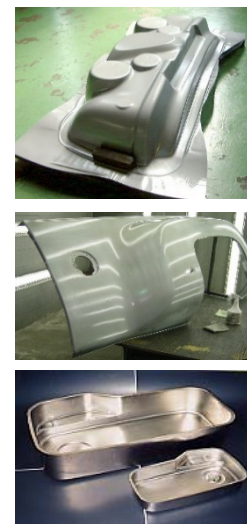
万能塑性加工試験機  
 (UTM-855 多目的試験機)

試験機は、慣用絞り成形法、対向液圧成形法、冷間鍛造成形法、精密打抜き成形法、その他の成形法の研究および教育実習用として設計、製作された試験機。  
 油圧用モーターはサーボモーターを使用し、低騒音・省エネに優れた機械。  
 (MFエコマシン認証番号 MF-P018)



対向液圧プレス

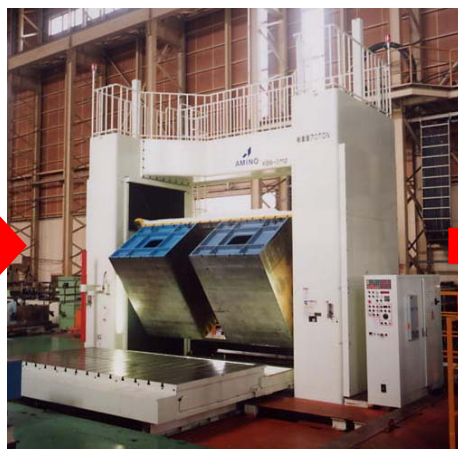
対向液圧プレス(対向液圧成形法)は従来の深絞りでは不可能とされた「絞り深さ」を実現する為に開発された機械。  
 特長と効果として  
 ・金型製作費の低減  
 (金型はパンチ、ダイ側はドームを使用)  
 ・成形品の品質向上  
 (表面にキズが発生しない。板厚減少を抑制)がある。



## 【 各社製品紹介 株式会社 アミノ ② 】



スライド上限



中心反転式  
ダイスポッティングプレス



反転完了

アミノ独自の180° 中心反転ダイスポッティングプレスは、金型の合わせ作業、修正作業を安全で容易に実施するために開発・製作された機械。  
上型を180° 反転でき、作業者の金型メンテ時負担を軽減し、作業効率UP。  
プレス設置スペースも従来の機械に比べ、省スペース設置。また、プレス上部が開いている為、プレスルーム内での上型脱着が可能。  
また、ACサーボモーター&ボールスクリュー駆動式タイプも有ります。



冷間鍛造プレス



ハイドロサーボプレス



ハイドロリンクプレス



メカニカルリンクサーボプレス



ダイレスNCフォーミング  
(DLNC-RB タイプ)





**2800T鍛造プレス**

鋳鋼一体構造フレーム。  
フレーム剛性があり偏心加重に強いので、薄物や異型型打鍛造に向いています。



**1600TLL鍛造プレス**

同じく鋳鋼一体構造フレームを採用し偏心加重に強い。ロングストローク(350mm)、ロングシャットハイト、フライホイールダイレクトドライブタイプ。



**565Tワイドラムプレス**

4ポイントサスペンション仕様。  
4個のコンロッドで広い面積を持つラムを駆動する。  
偏心加重に強く、3ステーションが可能。中心加重565t、左右で450tの能力を有す。  
ベアリングの素材、型打、鍛造に適しています。



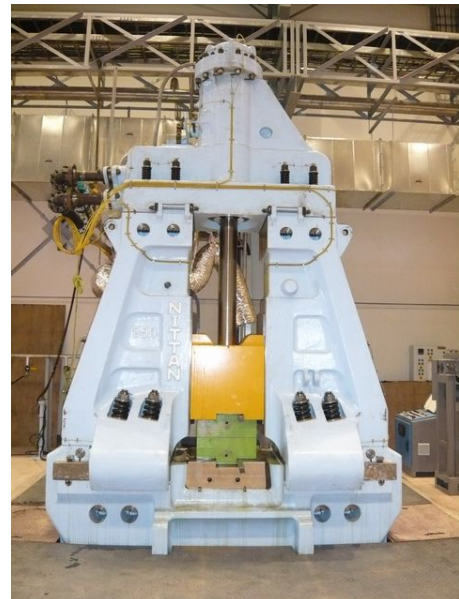
**200Tワイドラムプレス**

4ポイントサスペンション仕様。  
4個のコンロッドで広い面積を持つラムを駆動する。  
中心加重200t、左右で150tの能力を有す。バリ取り、トリミング、コイニング、シェーピング、つぶし等多様な作業に適しています。



**N800型エアードロップハンマ**

大型(3t相当)のハンマ。  
ショートストロークで薄物の量産に向いています。無垢フレームの採用により、偏心加重に強くなっています。



**N550型エアードロップハンマ**

中型(2t相当)のハンマ。  
ショートストローク、ハイスピードタイプ。薄物の自動車部品等の量産に向いています。



**3Tエアードロップハンマ**

大型ロングストロークのハンマ。  
トラック、建機向け部品の型打量産に適しています。



**1/2TNB型エアードロップハンマ**

自由鍛造用エアハンマ。  
金型を使用しないで高合金、特殊金属のつぶし、展伸等に使用する。  
モーター駆動のエアピストンを内蔵し、エアを自給しています。  
連打も可能です。



ZES型サーボ駆動スクリュープレス  
100~2000 TON



世界に先駆けて、鍛造用スクリュープレスをサーボモーター駆動方式とし、より高精度の精密鍛造加工が可能となった。フライホイールエネルギーは従来のスクリュープレスと同様、一回の加圧ですべて消費されるのでパワフル。

VES型サーボ駆動タテアプセッター・スクリュープレス  
150~1600 TON



下型は 1 個。ラム上昇後加圧する。上型は 2~3 個で自動的にシフトし、それぞれ異なったパワーでアプセット鍛造する。鍛造エネルギーとラムストロークは自動変換し座屈を防止。Φ100mmまで、長さは最大 3m までの材料に対応可能。

YES型小型廉価版仕様  
125~315 TON



サーボモーター駆動スクリュープレスの小型機廉価版。搭載するサーボモーターは 1 台。制御装置はモーターのコントローラーと共用し低価格を実現した。保守不要、電力消費が少ないなど基本的特徴は ZES 型と同じ。場所を取らず、経済的。

TES型サーボ駆動ツウインスクリュープレス  
315~2000 TON



スクリュー軸が2本であるサーボモーター駆動スクリュープレス。偏心荷重に強いワイドベッド機で、3~4のトランスファー加工が可能である。プリフォームや、粗鍛造、仕上げ鍛造、トリミング(ピラス)が同じベッド上で可能である。保守不要、電力消費が少ないなど基本的特徴はZES 型と同じ。

SHS/SH型リアーアクスルシャフト・アプセット鍛造用  
サーボ油圧スクリーブレス / スクリュード・ハイドロプレス  
800~1600 TON



リアーアクスルシャフト(トラックの後部車軸)や、軸端鍛造用に開発したスクリーブレス。プリフォームはタテアプセッター2台を使用し、マテハンロボットで全自動ラインを提供。導入コスト、金型費、メンテナンスコスト大幅低減。割型でないので鍛造品に縦筋がつかない高品質。プレス内でのトランスファー不要で簡単なマテハン。アプセット径は400mm以上まで対応可能。16~20秒でのアウトプット生産。

ZES型エンジンバルブ全自動熱間押出加工  
サーボスクリーブレス  
200~500 TON



エンジンバルブのビレット材からの押出加工用プレスユニット。押出・傘打の2個の鍛造ステージがあり、全自動で成型する。下死点の無いスクリーブレスの特徴から、足の長さや傘径が成型パワーで自在に変更できる。パーツフィーダー・材料検査装置・高周波加熱炉(プレスフレーム内)・オートハンド・金型潤滑剤塗布装置の一連のラインアップ構成。一つの直径サイズの素材から、多種類のステム径のバルブを鍛造することができ、コスト低減化が可能。



**ZESH型**  
4方中空熱間鍛造加工サーボスクリーブレス  
300~800 TON

中空鍛造自動ライン。水平4方向中空穴加工を同時にできる装置を組み込んだサーボスクリーブレス。ピットの無い方式で、クッションのメンテナンスは簡単。サーボスクリーブ機構により、クラッチとブレーキが無くプレスメンテナンスはほとんど不要。サーボ機構の電力回生機能による消費電力の削減、省エネ機構。



## 【 各社製品紹介 株式会社 小島鐵工所 ① 】



### 10000T 鍛造プレス(プッシュダウン型)

鋼塊のフリーフォーミングとダイフォーミングを高速で行う。特殊油圧回路の採用により高速繰り返し鍛造時のショック、振動を軽減している。



### 15000T 鍛造プレス(プッシュダウン型)

鋼塊のフリーフォーミングを高速で行う。ロータリーテーブルを装備して、フランジやローリングミルの前加工を行う。



### 9000T 鍛造プレス(4柱プッシュダウン型)

鋼塊のフリーフォーミングと型鍛造を行う。支柱のガイドが長いので偏芯加重に強い。



### 1500T 鍛造プレス(プッシュダウン型)

鋼塊の荒地鍛造を行う。上金型と下金型を同時に移動させて常時センター荷重を掛けられる様にしている。

## 【 各社製品紹介 株式会社 小島鐵工所 ② 】



**6500T 鍛造プレス(2柱プッシュダウン型)**  
鋼塊のフリーフォーミングを高速で行う。支柱のガイドが強固で偏芯加重に強い。



**3600T 鍛造プレス(2柱プッシュダウン型)**  
鋼塊のフリーフォーミングを高速で行う。間口が広く作業性が良い。



**750T 鍛造プレス(片持型)**  
鋼塊のフリーフォーミングを高速で行う。三方が開いているので作業性が良い。



**1000T 鍛造プレス(片持型)**  
鋼塊のフリーフォーミングを高速で行う。三方が開いているので作業性が良い。



# 【 各社製品紹介 コマツ産機株式会社 ① 】 KOMATSU

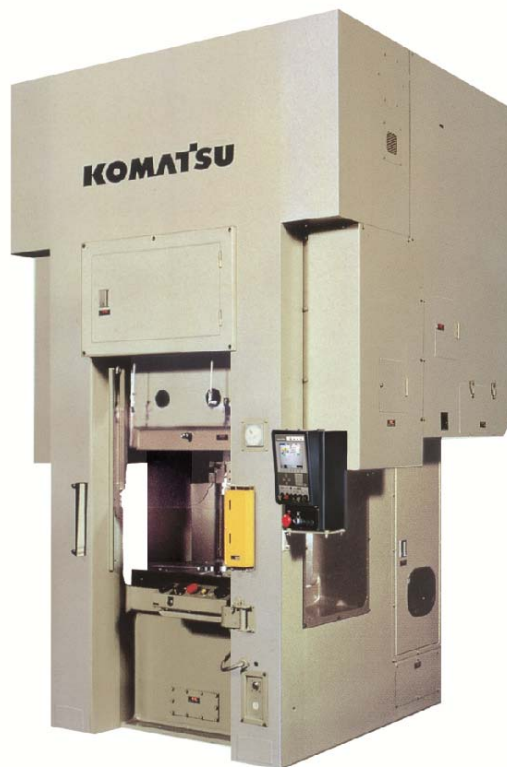
名機マイプレスの名を受け継ぐ冷間  
鍛造プレス

L10シリーズ



高精度トランスファネット加工に対応する多工程  
冷間鍛造プレス

L20シリーズ



独自のソリッドループフレームとマイプレスモーション(リンクモーション)により、高い生産性と高精度加工を実現します。大きな許容偏心荷重と広いフィードピッチのBKOにより、ワイドなトランスファ加工領域をカバーします。リンクモーションにより発生するスラスト力は、プランジャガイドで吸収し、適切に配置したロング6面ギブと併せて、高い耐許容偏心荷重と高い動的精度を有します。

## 成形品事例



高剛性ソリッドループフレーム、高精度リンクモーションにより高精度なネットシェイプ加工を実現します。閉塞ダイセットやスライドロックアウトとの組合せにより複雑形状部品の成形を可能にします。

冷間鍛造に特化したACサーボプレス  
H1Cシリーズ



**サーボフリーモーション**

加工速度・上昇速度を制御することにより、冷間鍛造に適したスライドモーションを実現できます。

**高仕事量**

サーボモータの出力が成形エネルギーとして使用されるので、プレスSPMに関わらず、低い速度領域からでも高い仕事量を発生させることができます。

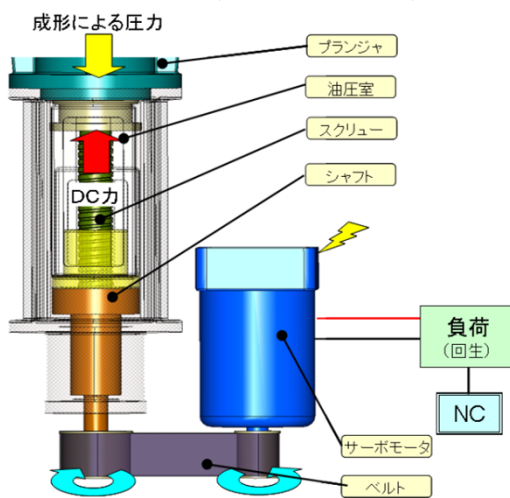
**リンク指揮駆動機構**

鍛造に適したリンク機構により、加工熱を抑え高い加工精度を実現します。また、クラッチがないため、メンテナンスコストが大幅に低減します。

**下死点自動補正機能**

下死点自動補正機能を使用することで温度上昇等によるダイハイト変化を抑制し、高精度成形を実現できます。更に、生産を中断してのダイハイト調整を排除し、生産性向上に貢献します。

**サーボBKO (Bed Knock Out)**

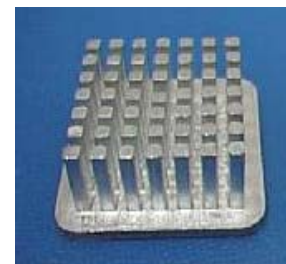


フレキシブルな背圧制御が可能なサーボBKOにより、素材の流動をコントロールできるので、成形品の寸法精度向上を実現できます。また、ACサーボモータにより駆動されているので、サーボモータの回生機能により省エネにも貢献します。

**ヒートシンクの事例**



背圧制御なし



背圧制御あり

**KOMTRAX**



**世界の“現場”が見える**

『KOMTRAX』とは、コマツが開発した機械情報を遠隔で確認するためのシステムです。機械の稼働情報や警告情報を収集し、お客様の稼働管理やメンテナンス管理をサポートします。

サービス対象国 (2015年5月現在)

日本、中国、アメリカ、カナダ、メキシコ、タイ、インドネシア

Web画面 3ヶ国語対応  
日本語、英語、中国語



## 【各社製品紹介 株式会社 阪村機械製作所 ①】



### 【BPF シリーズ】

BPF型は5～7段式まであり、圧造製品に合わせてさまざまなタイプがあります。トランスファーはカセットタイプで、オープン・クローズチャック、CSチャック、180° ターンチャック等を自由に組み合わせて使用することができます。



### 【PF シリーズ】

PF型は、3～7段式まで用途に合わせて各種タイプが開発されています。3段式は、主にフォーマーやプレスの前ブランクの生産に活用されています。最近では、機械芯高を低く設定して、ステップ台を排除したコンパクトな省スペースタイプも開発されています。



### 【BPシリーズ】

BP型は主に4段タイプで、M6ボルトから最大M42ボルト、首下長さ最400mmのロングボルトまで生産できます。また、ボルトに限らず、軸状パーツや各種自動車パーツの生産などに、幅広く活躍しています。



### 【NFシリーズ】

NF型は、5段タイプでは主にナットを成形します。中空パーツも圧造でき、超高速の簡易パーツフォーマーとして使用できる6段、7段タイプも製作されています。

## 【各社製品紹介 株式会社 阪村機械製作所 ②】



### 【MPF/MNFシリーズ】

圧造工程は3～8段、切断径1～9mmの小型パーツの生産に適した機種です。インコネルと銅のクラッドメタル成形など、異種金属の複合鍛造も行えます。



### 【FRシリーズ】

FR型には、2～5段式があり、圧造部の最終工程にロータリーダイを組み込んでねじ転造を行います。セットスクルー、プラグ、スタッドなどを1本の間中ストックもなく生産します。



### 【熱間フォーマー】

サカムラ熱間フォーマーは、ナットやベアリング、薄物パーツなど、成形するブランク形状に合わせて3～4段式のシングルラムシリーズ、ツインラムシリーズと様々なタイプが揃っています。



### 【SSR シリーズ】

ねじ、セレーション、マーキングなどの転造を行うロータリーローリング機を各種取りそろえています。フォーマーとライン化する場合は、スライドコンベアやパーツフィーダーを利用することが多いですが、パイプシュートを採用した事例もあります。

## 【 各社製品紹介 住友重機械工業株式会社 ① 】



FPXシリーズ(1600ton~2500ton)  
1600T 熱間自動鍛造プレス

FPX1600ton~2500tonプレスは高精度・高生産性を追求した鍛造プレスであり、熱影響を補正するX型スライドギブと製品精度を維持する高速応答のウォーム式シャフトハイト調整装置等を装備している。汎用性に優れ、コンロッド・ギア・ハブといった多種多様な鍛造品を生産している。



FPXシリーズ(3000ton~4500ton)  
3500T 熱間鍛造プレス

FPX3000ton~4500tonプレスはワイドベッド、ロングストロークが特徴で、ナックル、ハブ等の小物部品から、長尺のピニオンシャフト、クランクシャフトや自動車の足回り部品等の大物鍛造部品の生産に適している。大型プレスにおいても、汎用性が高く、高速且つ高精度での自動生産を可能としている。



FPRシリーズ(2000ton~4500ton)  
2000T 熱間自動鍛造プレス

「シンプル・スリム・コンパクト」をコンセプトに、従来のプレスを画期的に一新。コンビネーションタイプの湿式クラッチブレーキ、油圧バルanser及び油圧BK0の採用等でコンパクト化を達成し、更にメンテナンス性と作業環境を大きく改善した。



FPSシリーズ(1200ton~5000ton)  
1200T サーボプレス

ダイレクトサーボ駆動システムによるフレキシブルモーションに、上下油圧複動成形機構を設けた、多軸成形サーボ鍛造プレス。難加工素材・複雑形状にも対応し、鍛造部品の軽量化等の工法変革に貢献。

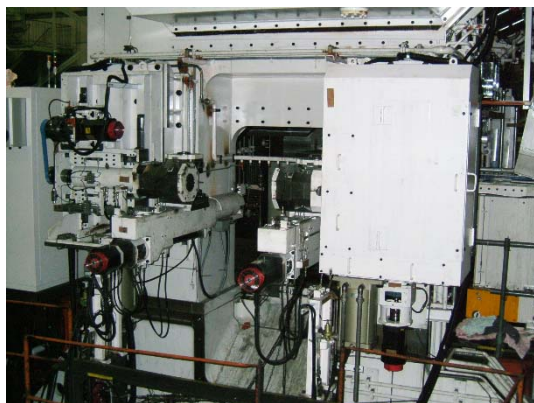


## 【 各社製品紹介 住友重機械工業株式会社 ② 】



FPAシリーズ(4000ton~8000ton)  
6500T 熱間自動鍛造プレス

FPA4000ton~8000tonプレスはクランクシャフト等の大型自動車鍛造部品、インフラ向け大型部品等の大型自動鍛造ラインの要として国内外に多くの納入実績がある。写真は6500トン鍛造プレスを中心にチャージ装置、トランスファーフィーダ、自動金型交換装置(QDC)、ツイスト&リストライク成形用プレス(TWCP400)、搬送ロボットなどを装備し、ラインの自動化と高い生産性を実現。



i-Tr@nsfer  
製品自動搬送装置

長年の豊富な自動化実績をもとに各鍛造製品に最適な自動化装置を提案。ACサーボモーターによる直接駆動式で、操作性・フレキシビリティを向上。また前後分割タイプともなっており、入側、出側装置の操作性・保守性を大幅に改善。



i-Cl@b  
湿式クラッチブレーキ

クラッチとブレーキをコンビネーション化し、コンパクト化を図った。エアレス化による省エネ及びライニングプレートの高寿命化による保全費用の大幅な削減を可能にした。また作業操作音・振動が小さく、作業環境改善に貢献している。



# 【 各社製品紹介 日本電産シンポ株式会社 ① 】

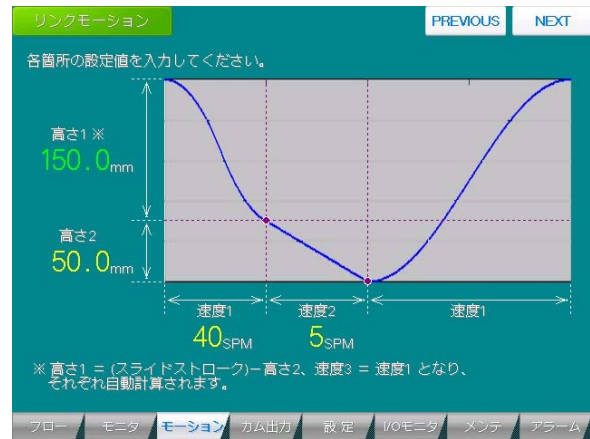
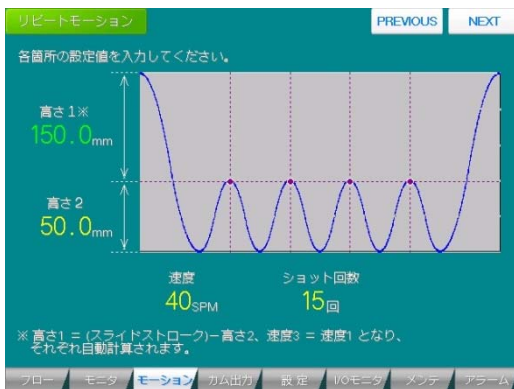


SH-SF1-2000  
サーボプレス

○ 2,000 kNから6,000 kNの高エネルギープレス  
をラインアップ。  
軸物部品や減速機用の歯車部品など比較的な自動車部品を切削レス・ネットシェイプで加工。



○ 高速回転モータと  
日本電産シンポ開発の  
遊星減速機の組合せに  
より、高エネルギーを  
発生し、高い能力発生  
位置より安定したパワー  
を発揮して高精度加工  
を実現します。



○ 高速で成形位置まで移動して、安定した  
速度でゆっくり加工し、下死点で加圧力を  
維持して停止し、高速で上死点まで移動  
します。高精度と優れた生産性を両立した  
します。

○ モーションパターンを予め用意しています。  
簡単な操作ですぐにモーション運転が可能  
です。お客様が設定したパターンを100件  
まで保存が可能です。

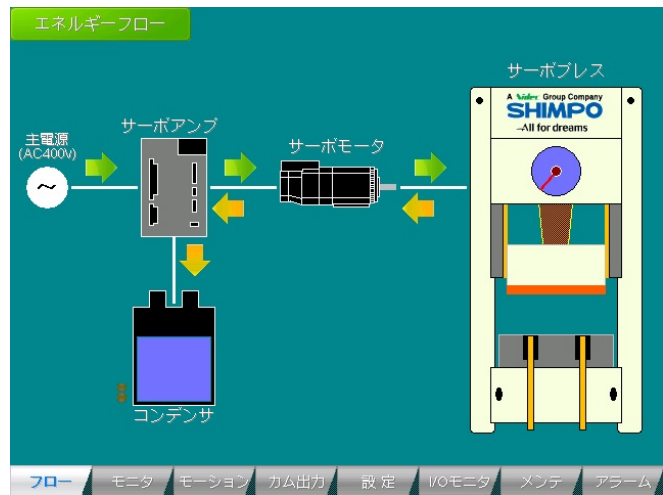
## 【 各社製品紹介 日本電産シンポ株式会社 ② 】



- 一体型ストレートフレームで口開きをなくし、八面ギブガイドによる安定したスライド動作で高精度加工をアシストします。
- 高応答の油圧式オーバーロード・プロテクターにて過負荷より金型を保護致します。

- プレス前後よりギブ調整を可能することで、側面へのアクセスを不要にしました。プレスを密接配置することが出来てコンパクトなタンデム・ラインを形成できます。材料の投入・搬送・取り出し、金型交換も含めたトータルなシステム提案を致します

- サーボプレスで頻繁に起動停止を行うとピーク電流の為に、電源設備の増強が必要になる場合があります。当社はエネルギー・アシスト機構を用意して、ブレーキエネルギーをコンデンサーにチャージして、起動時に再利用して大幅な省エネを実現いたします。



| 仕様 SPECIFICATION |     | シングルクランク    |             | ダブルクランク     |             |             |
|------------------|-----|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 型式               |     | SH-SF1-2000 | SH-SF1-3000 | SH-SF2-2000 | SH-SF2-4000 | SH-SF2-6000 |
| 加圧能力             | kN  | 2000        | 3000        | 2000        | 4000        | 6000        |
| 能力発生位置           | mm  | 10          | 12          | 10          | 12          | 15          |
| 連続仕事量            | J   | 20000       | 36000       | 20000       | 48000       | 90000       |
| ストローク長さ          | mm  | 250         | 250         | 250         | 300         | 400         |
| 無負荷時連続ストローク数     | spm | 40          | 35          | 40          | 35          | 30          |
| ダイハイト            | mm  | 550         | 550         | 550         | 550         | 650         |
| スライド調整量          | mm  | 50          | 50          | 50          | 50          | 100         |
| スライド寸法 (LR×FR)   | mm  | 1000×800    | 1000×800    | 1850×1000   | 2100×1400   | 2100×1400   |
| ボルスタ寸法 (LR×FR)   | mm  | 1000×1000   | 1000×1000   | 2150×1000   | 2400×1400   | 2400×1400   |
| 最大上型懸垂量          | kg  | 1000        | 1200        | 1500        | 2500        | 3000        |

- シングルクランク2,000 kNからダブルクランク6,000 kNまでの、いずれの機種も10mm以上の能力発生位置よりプレス作業を実行する高エネルギー・プレスを提供いたします。





#### 油圧式ファインブランキングプレス

高い剛性と精度を持った油圧プレス。静水圧効果という原理を利用し精密な金型を用い、平滑な剪断面を得ることができる。潰し・半抜き・曲げ・絞りなどの三次元加工製品を作ることができる。自動車・情報機器・家電製品向けの部品製作に役立っている。能力1600kN～15000kN。



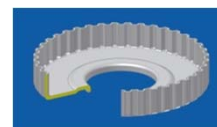
#### 機械式ファインブランキングプレス

小物部品、薄板加工、能力1600kN～2500kN。板厚6mmで毎分80回、板厚2mmで毎分150ストロークの高速ファインブランキングで生産性向上の為に多く使用されている。



#### 油圧式揺動鍛造プレス

圧延と鍛造を組み合わせたプレス加工機械。素材を載せた下型を上昇させ、揺動している上型に加圧して製品を作る。揺動鍛造は、局部的な成型をするため成型荷重は一般の冷間鍛造と比較すると1/5～1/10になる。プーリなどの丸物の加工によく用いられる。



#### 多軸サーボ油圧プレス

上型と下型の中にブランクされた素材を載せ加工。上下各々の型の中には精工に作られた型が組み込まれており(最大各3軸)これらを上下させ加圧することで複雑な形状を作り上げる。順送やトランスファー加工では工程毎の加工圧力の合計をプレス機械に備える必要があるが、多軸サーボ油圧プレスでは、全ての工程の中の最も大きな必要加工圧力を備えた機械で製品の加工が可能となり、機械を小さくする事ができる。省スペース・省エネルギーに優れた機械。





**冷間鍛造**

常温・高温素材を金型内に閉じ込め、閉塞した状態で複動的にパンチが金型内に侵入して素材を金型内に充満させる加工を行う機械。



**冷間閉塞鍛造**



**熱間鍛造プレス**



**樹脂成型プレス**

樹脂(熱硬化性、熱可塑性)の成形で効率よく正確な製品を得るために、プレス精度が高く、偏心荷重下での精度維持、熱変形に対する熱影響を考慮したスライドギブが装着されています。



**ホットプレス**

ゴム、合成樹脂等の加熱成型加工に用いられ、金型を真空ケース内に密封して真空状態での成形も可能です。



**湿式磁場粉末成型プレス**

フェライトなどの粉体に磁場をかけながら成型し磁石の形を作る油圧プレス機械。



**ラム移動型製缶プレス**

ラムは左右に移動します。任意の場所で偏心荷重を考慮することなく、出力いっぱい作業が行えます。各種材料、加工物等の歪み取り、曲げ直し作業や、鏡板加工、絞り等細管作業に適応性の広いプレスです。

共同執筆

日鍛工 鍛造プレス専門部会

|                |        |
|----------------|--------|
| 代表者 (株)栗本鐵工所   | 岡田 博文  |
| アイダエンジニアリング(株) | 清水 智   |
| (株)アミノ         | 小泉 義雅  |
| (株)エヌエスシー      | 村岡 純一  |
| 榎本機工(株)        | 小林 久雄  |
| (株)栗本鐵工所       | 中谷 京治  |
| (株)小島鐵工所       | 高瀬 勝美  |
| コマツ産機(株)       | 河本 基一郎 |
| (株)阪村機械製作所     | 遠藤 信幸  |
| 住友重機械工業(株)     | 平石 研二  |
| 日本電産シンポ(株)     | 西尾 契一郎 |
| 森鉄工(株)         | 吉沢 正博  |

---

---

鍛造プレスとは〈入門編〉

2016年1月1日 第2版

発行／一般社団法人 日本鍛圧機械工業会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8機械振興会館308

TEL:03-3432-4579 FAX:03-3432-4804

---

---

Copyright © 2015 Japan Forming Machinery Association. All rights reserved.  
掲載内容の複写・転載・翻訳載など日本鍛圧機械工業会の許諾無く行うことを禁じます。