

# 新型ビレットシャーの開発

Development of New Billet Shear

竹内克彦\* 大江謙一\* 向川昌良\*

Katsuhiko Takeuchi, Kenichi Oe, Masakazu Mukogawa

近年、冷・温間鍛造の発達と閉塞鍛造の採用により、鍛造品の素材であるビレットの品質向上が望まれている。また、従来のビレットシャーは機構の複雑さや大型の消耗部品があり、設備導入コストの低減やメンテナンス性の向上に対する要望も多く寄せられていた。

そこで、切断速度を従来機の3倍にスピードアップすることによりビレットの精度向上を実現し、ギア減速機構やクラッチブレーキを廃し、かつ、シンプルな構造で保守性にも優れた新型ビレットシャーを開発したので報告する。

Recently, quality improvements in billet (material for forged parts) have been desired for the development of cold and warm forging, and the adoption of enclosed forging.

In addition, users have demanded reduced introduction costs and maintenance improvements because old machines have large consumable parts and a complex structure.

A new compact machine of simple configuration and good maintainability was developed by abolishing the gears and clutch brake. Billet accuracy was also improved by increasing cutting speed three-fold. This paper reports on the new machine.

## 1. はじめに

鍛造品の生産現場において切断精度およびコストダウンに対する要求が一段と高まる中、従来機による切断方式ではユーザーニーズを満足することが困難となってきた。

そこで、切断精度、生産性、メンテナンス性の全てにおいて従来機に勝る新型機の開発が急務となった。

今回開発した新型ビレットシャーでは高速切断による切断精度の向上を目指し、駆動機構を検討した結果、ギアレス、クラッチブレーキレスという画期的な構造を持つこととなりコストダウンにも成功した。

## 2. 装置

### 2.1 仕様

型式：MACS-3000  
 ストローク量：120mm  
 ストローク数(駆動速度)  
 : 140min<sup>-1</sup>  
 生産サイクル：最大70 min<sup>-1</sup>  
 適用材料外径：φ25～φ60mm  
 標準切断長さ：40～200mm

### 2.2 装置の説明

図1に本開発機の外観を示す。本開発機は材料となる丸鋼を積載する材料積載台、材料を本体へ送り込むピンチローラ、切断機本体および切断長さを決める定寸ストップ装置から構成されており、材料を筒状の固定刃に通し、エキセンクランク機構で駆動される可動刃でギロチンの様に切断を行う装置(シャーリング)である。

\* (株) ケイエステック

### 2.2.1 切断方法

図2に本開発機の切断方法について示す。本開発機の駆動速度である140min<sup>-1</sup>の場合、従来機の切断方法では材料の送り可能時間が0.12秒となり、安定して材料を送ることができない。

そこで、駆動部と可動刃の間に首振り式のヘッドを設置し、材料送り時はヘッドを45度傾けて退避状態にして駆動部の空振り動作を行い、切断時にヘッドを直立挿入することで可動刃を駆動する機構(間欠駆動装置)を採用した。

駆動部が2回転する間にこの首振り動作を1回行うことで、0.43秒の送り時間を確保することができた。同じ生産サイクル数(70 min<sup>-1</sup>)の従来機は送り時間が0.23秒であるのに対し、新型機は送り時間を長く確保できるので送りが安定した。

### 2.2.2 駆動部

駆動部は、メインモータとフライホイールが取付けられた駆動軸がベルトを介して直結されギアが無く、スコッチヨーク機構を採用している。

本機構の採用で機械高さが従来機より500mm低い3,050mmとなった。また、切断荷重を受けるすべての部分はメタルが使用されており、大径ベアリングが使用されていない。ギアやベアリングが無くなったことにより納期は従来機に比べ1/2となった。

### 2.2.3 ピンチローラ

ピンチローラは、従来機では送りローラと駆動モータの間にエア駆動式摩擦クラッチを設置しており、材料が定寸ストップに到着した際にローラと材料がスリップしないよう、クラッチ側でスリップさせてストップへの押付けトルクを保持していたが、クラッチの発熱や摩耗といった問題があった。

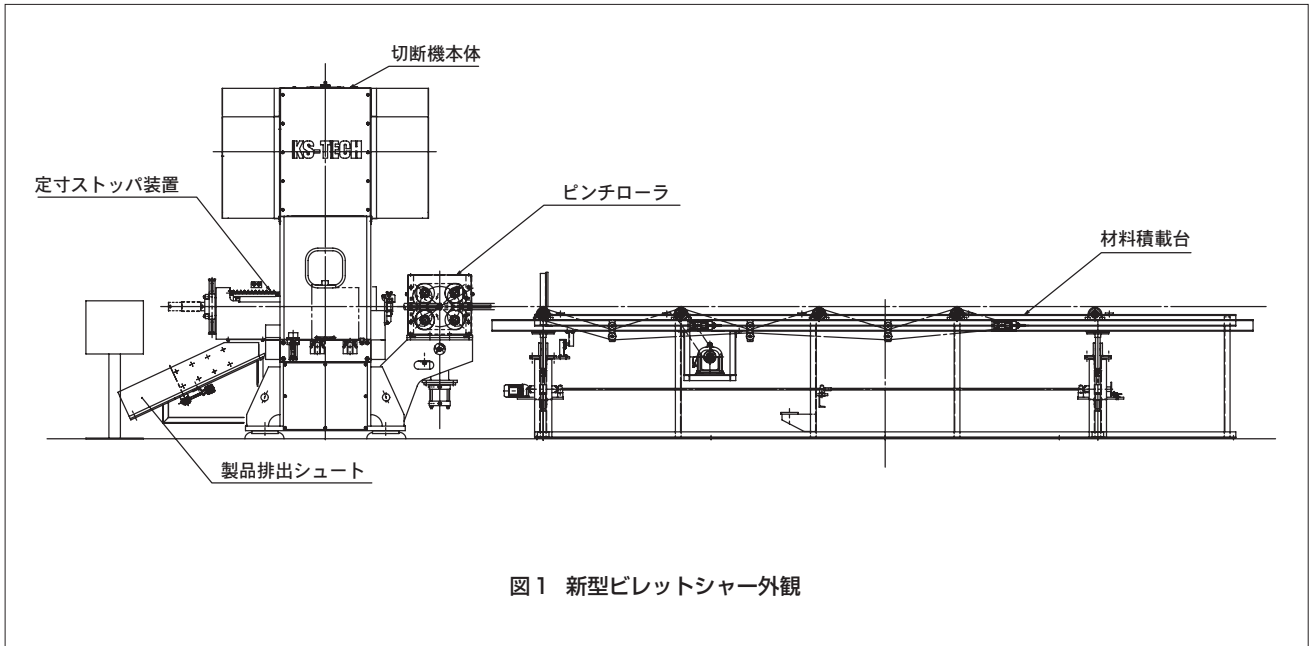


図1 新型ビレットシャー外観

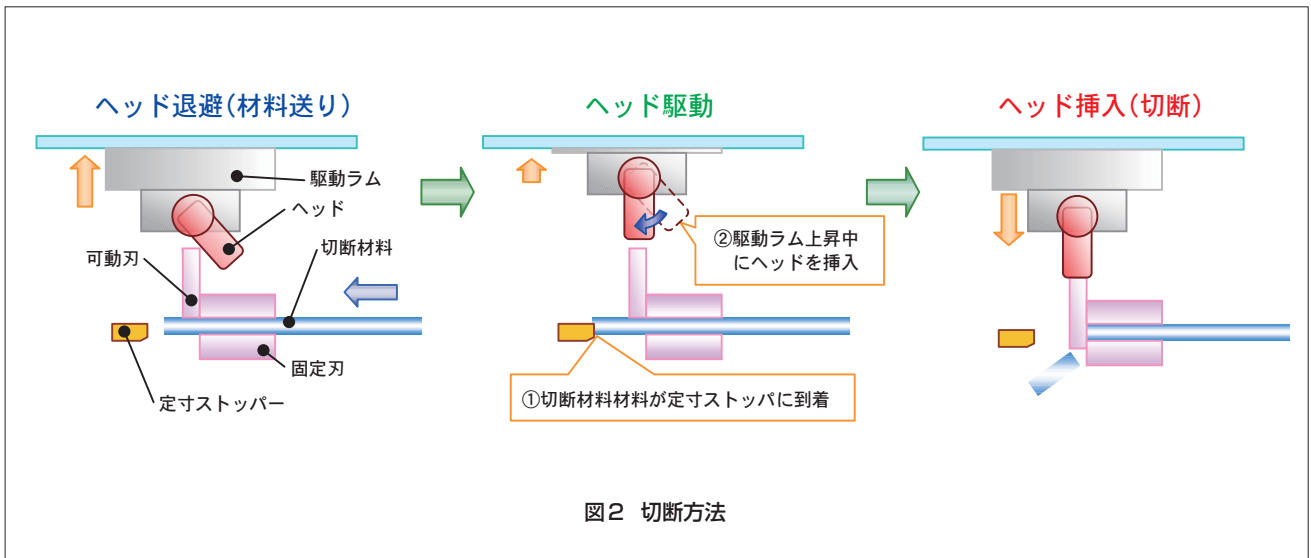


図2 切断方法

本開発機のピンチローラはACサーボモータのダイレクト駆動とし、押付けトルクはサーボモータのトルク制御を採用したことで、エア駆動式摩擦クラッチがなくなり、メンテナンスフリーとなった。また、ローラの回転量が検出できるので、端末処理(後述)に必要な残長測定も行える。

#### 2.2.4 定寸ストップ装置

定寸ストップ装置は、従来機ではブレーキ付2速ギア減速機内蔵の特殊モータと駆動伝達ギアを使用しており、位置決め精度はモータに内蔵されたブレーキの摩擦状態の影響を受けやすかったが、本開発機の定寸ストップ装置はサーボモータとストップ移動部をタイミングベルトのみで結合するいたってシンプルな構造となっており、メンテナンスフリーとなった。

さらにサーボの高速位置決め機能により、重量フィードバックシステム等の切断長さの自動微調整時も1秒以内で完了する。

### 3. 制御システム

#### 3.1 メインモータ電源回生システム

メインモータ起動時の突入電流を抑え、減速停止時の制動エネルギーを電力に変換して電源へと戻す電源回生システムを装備した。

これにより、アイドル時の低速運転への切替えや、タイマ停止させるなどの省電力動作が可能となり、クラッチブレーキレスでの効率アップ分を含め、従来機の25%の省電力化を実現した。

### 3.2 サーボピンチローラによる残長測定システム

切断材の最後に製品ビレットにならない端材が残るが、その端材の長さが短いと、1個手前の製品ビレットの品質が悪化したり、刃物が破損することがある。

従来機では、適切な端材が出る位置へ、材料の後端面の検出センサをモータ駆動で移動するシステムであった。

本開発機は、後端面検出センサを固定式とし、材料後端面がセンサを通過した時点からストップに当たるまでの移動距離をローラ回転量から換算し、材料の残り長さを算出することで、端材長さを±1mmの精度で予測できる。端材長さが予測できると端材排出のための定寸ストップの退避量を最適値にすることができ、サイクルタイムの短縮が可能となった。

### 3.3 超耐振型ACサーボモータ

本開発機は定寸ストップ装置、ピンチローラ、間欠駆動装置の3カ所にACサーボモータを採用している。

一般的なACサーボモータは内蔵エンコーダの仕様上、耐振1G程度とされており、ビレットシャー本体の50Gの耐振要求を満たさない。そこで、内蔵エンコーダに耐振性の高いレゾルバを搭載した機種を採用した。

レゾルバは鉄心とコイルのみで構成されたシンプルなセンサで耐振100Gという耐振性能を持っており、信頼性も高く、メンテナンスフリーとなった。

### 3.4 軸方向拘束トルク制御

切断する際に材料をストップへ押付ける力(軸方向拘束トルク)は切断精度に深く関わっている。

従来機はエア駆動式摩擦クラッチにてクラッチ板の押し付け力をエアレギュレータで一定に保つ機構となっており、材料送り時も軸方向拘束時も同じトルクとなっていた。また、軸方向拘束時はクラッチ板がスリップ状態となり、発熱やライニングの摩耗の原因となっていた。

本開発機はサーボの特長でもあるトルク制御を材料送り時のトルクと、軸方向拘束時のトルクを分けて制御することで、力強い送りトルクの確保と安定した軸方向拘

束トルクを発生させることができ、安定した切断品質を保つことができる。

また、切断工程後半で軸方向拘束トルクを解放することで可動刃と固定刃内の残材料の擦り傷の発生を防止したり、アイドル状態では軸方向拘束トルクを2%程度に落とすことで電力消費を抑える機能も具備している。

### 3.5 最適加減速送り制御

ピンチローラではサーボの定長送り制御を採用し、切断後の材料送りを台形加減速で行っている。本制御により、材料送り時の定寸ストップ装置への衝撃が緩和され、定寸ストップ装置の寿命も延ばすことができる。

### 3.6 データ管理・モニタ機能

本開発機には段取りデータの管理や故障表示、機器の動作状態などを表示するため、操作盤にタッチパネルディスプレイを装備している。以下に機能の一例を示す。

#### a) 生産モニタ(図3参照)

現在の仕掛かりデータ、生産カウンタなど、生産中に必要な情報を表示する。

#### b) 段取りデータ管理(図4参照)

段取りデータを500種類登録できるデータバンク機能を有する。製品型式での検索機能を装備した。

#### c) 刃物寿命管理

切断刃の寿命、再研磨の許容回数を登録し、使用中の刃物の使用回数をカウントして寿命回数に到達すると警報メッセージを表示する。最大500種類の刃物の管理が行える。

#### d) メンテナンスモニタ

駆動ラムの摺動回数、メインモータの運転時間などの定期メンテナンスに必要な情報や、インバータやサーボの運転状態を表示することで予防保全や、設備故障発生時の迅速な復旧を支援することができる。

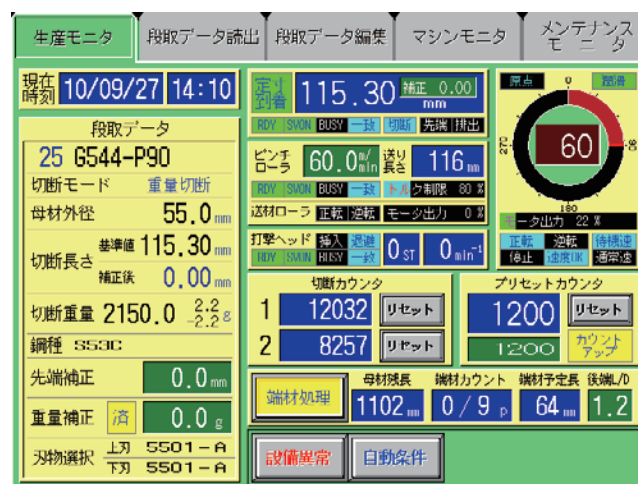


図3 生産モニタ画面

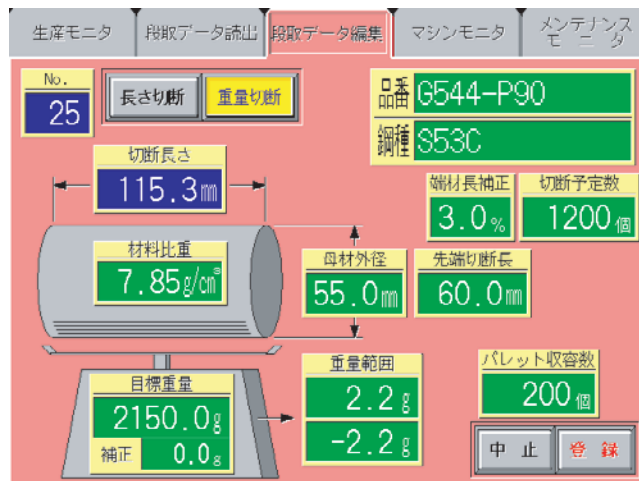


図4 段取りデータ編集画面



図5 設備異常モニタウィンドウ画面

## e) 設備異常モニタ(図5参照)

設備故障発生時にポップアップウィンドウ形式で表示する。過去512件の履歴を記憶可能。異常発生時刻などの詳細情報の他、トリガとなったPLCプログラムの該当部分をタッチパネル上でラダー表示でき、パソコンを接続することなくモニタすることができる。

## f) ポップアップウィンドウ

後工程待機中や、刃物寿命到達、自動運転起動条件などの設備状態を最適なタイミングで自動表示する。

また、段取りデータの変更確認など、パソコン風のアレンジしたダイアログウィンドウを採用することで、視認性や操作性を向上させている。

## 4. 従来機との性能比較

## 4.1 エネルギー消費

- a) 消費電力量：33.7kWh(25%減)
- b) 電源設備容量：36kVA(68%減)

## 4.2 省資源

- a) 設置面積：2.3m<sup>2</sup>(23%減)
- b) 機械高さ：3,050mm(14%減)
- c) 本体重量：18×10<sup>3</sup>kgf(25%減)
- d) エア消費量：51L/min(ANR)(64%減)

### 4.3 生産性

サーボ駆動式定寸装置や、測長ピンチローラの採用により、最適な排出位置に迅速な位置決め動作を行うことで端材処理時間が大幅に短縮し、生産性が飛躍的に向上した。生産能力として従来機比で50%増(58～66個/min)となった。

メインモータ停止状態から切断開始までの時間は10秒以内(従来機は30秒)。

### 4.4 精度

高速切断することで従来機より精度が向上した。φ55のS45C材を用い、切断長さ100mmでの測定結果を示す。

- a)切断面の角度：0.5° 以内(従来機は1.0°)
- b)切断面の変形：0.97(切断後直径/切断前直径)(従来機は0.96)

また、切断速度の高速化により高速脆性(高速度で応力集中させると材料は脆くなり切れ易くなる)を利用できるため、従来のビレットシャーでは切断が困難とされていた軟鋼やアルミ、銅系などの非鉄材の切断も可能となった。

## 5. まとめ

今回開発した新型ビレットシャーは、

- a)従来機の3倍のスピード(0.9m/s)で切断することにより切断精度が向上
- b)ギア、クラッチプレーキが無いためエネルギー損失が非常に少なく、メンテナンスフリー
- c)シンプルな構造のため小型・軽量
- d)送り装置のサーボ制御により切断精度が安定
- e)定寸装置のサーボ制御により精度・生産性が向上
- f)視認性、操作性重視のタッチパネル式操作盤を採用し、視認性、操作性が向上
- g)内段取り不要のカセット式切断刃交換システムなど、切断品質、メンテナンス性および生産性の向上、省エネ化など生産設備として十分な機能・性能を実現させることができた。

今後の課題としては、ビレットシャー特有の振動、騒音に対する環境対策がある。

現状では、従来機と同等の防音室による対策が必要であるため、環境対策機器の商品化をさらに進めていき、あらゆるユーザの要望に応えられるよう、開発に取り組んでいきたい。

執筆者

竹内克彦

Katsuhiko Takeuchi

1988年入社

鍛圧機械の機械設計に従事



大江謙一

Kenichi Oe

1989年入社

鍛圧機械の電装設計に従事



向川昌良

Masakazu Mukougawa

1993年入社

鍛圧機械の機械設計に従事した後、  
現在営業に従事

