

# NC 精密転造盤 PFM-610FS

NC Precision Roll Forming Machine PFM-610FS

## キーワード

転造、高精度、省エネルギー、省スペース、環境に優しい、低騒音、NC 駆動、  
転造速度段階制御、転造速度パターン、フレキシビリティ

機械工具事業部  
工作機製造所技術部

永森 真一  
北村 義宏

## 1. はじめに

近年、地球環境対応での省エネルギーや工場環境対策での低騒音化指向が、強くなってきた。

また、工場床面積の有効活用からの省スペース化、並びに高精度化のニーズも強い。

これらの技術対応として、従来の油圧シリンダ駆動方式の転造盤で培った技術をもとに、サーボモータ駆動方式の NC 転造盤の開発・商品化を完了したので紹介する。(図1, 表1)



図1 外観図

表1 機械仕様

転造できる最大加工径	40mm	オプション
転造できる最大モジュール	m1.3	
取付けできるツール最大長さ	623mm (24")	NC テールストック装置
ツールホルダ最大幅	150mm	エンコーダ付テールストック装置
ツール最大移動量	800mm	NC ヘッドストック装置
開口部寸法	139.7mm	自動ワーク搬入出装置
主電動機	11kw	ATC (自動工具交換装置)
油圧ポンプ電動機	1.5kw	自動オーバピン寸法補正装置
切削油ポンプ電動機	0.18kw	
潤滑油ポンプ電動機	0.07kw	
転造速度	12m/min	
機械の重量	7500kg	

## 2. 転造盤の概要と基本構造

本機は、多くの転造法の内、最も安定性の高いラック型ツールを用いて転造加工を行うものであり、機体、ツールホルダ、ヘッドストック、テールストック、ツールホルダ駆動装置、電気装置などで構成されている。(図2)

被転造物は、ヘッドストックとテールストック間で支えられ、自由に回転できるようになっており、被転造物の左右には一対のツール(ラック型ツール)がそれぞれのツールホルダに取付けられている。(図3)

この状態で、サーボモータを回転させ、ボールねじを介して左右のツールを上下に駆動することにより、短時間で加工を完了することができる。

転造とは、左右のツールの歯が被転造物に押し付けられ、その表面に塑性変形を生じさせる加工方法である。応用例として、インポリュートスプライン、インポリュートセレーション、ねじ、及び、油溝などの加工に用いられる。

転造加工の原理

金属の可塑性を利用してツール間で被転造素材を転がし、スプラインの歯やねじ山を造り出すものである。図4～図7に転造前後の被転造物の形状と転造の経過を示す。

ツールは当事業部の工具部門の商品であり、機械技術と工具技術を併せた加工技術を提供するものである。

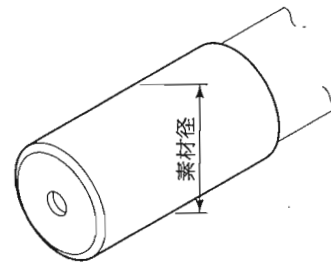


図4 転造前

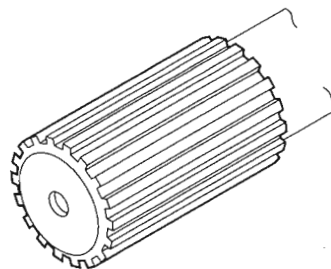


図5 転造後

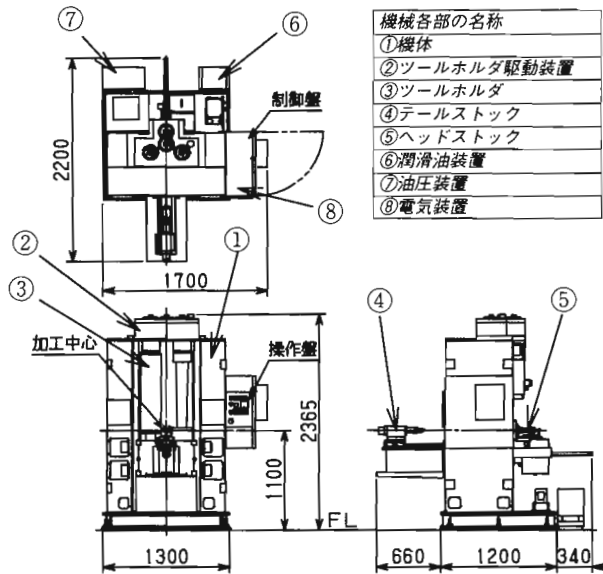


図2 外観寸法図

機械各部の名称	
①	機体
②	ツールホルダ駆動装置
③	ツールホルダ
④	テールストック
⑤	ヘッドストック
⑥	潤滑油装置
⑦	油圧装置
⑧	電気装置

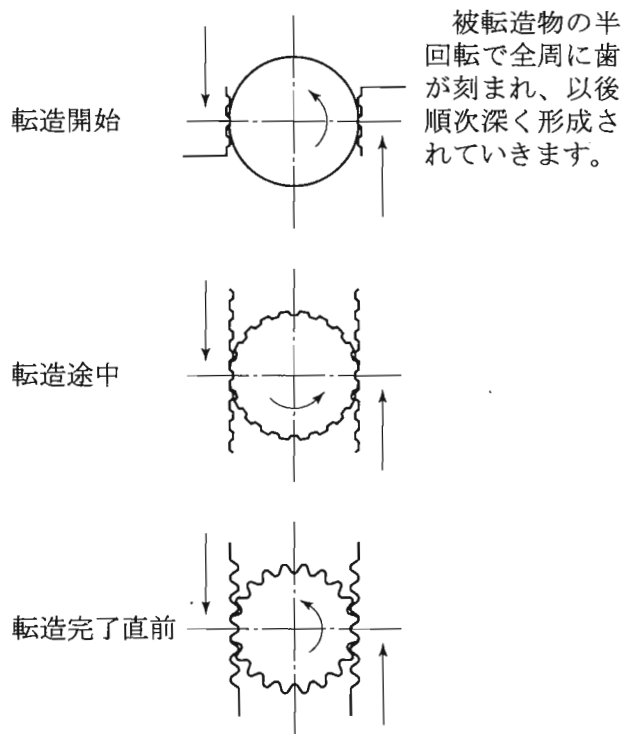


図6 転造過程

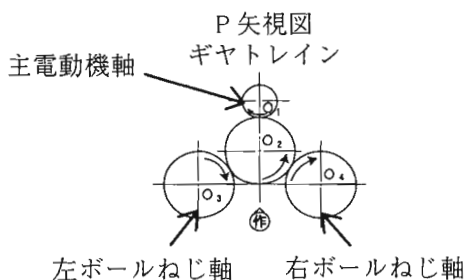
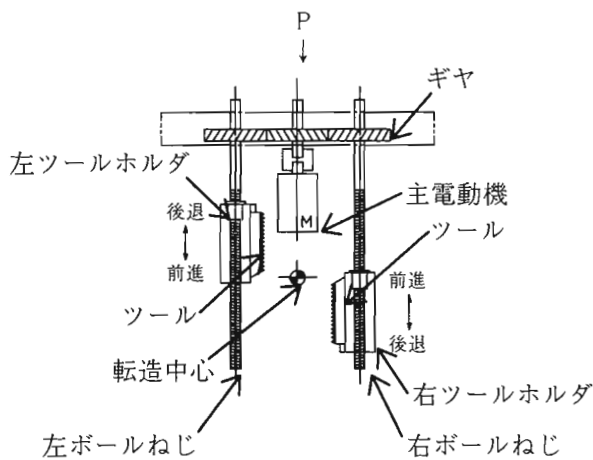


図3 概略機構図

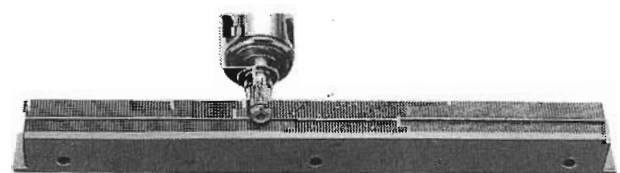


図7 ツール外観図

## 3. 本機の特徴

### 3.1 高精度化（累積ピッチ精度の向上）

ツールの任意の位置で速度の切り替えが可能な「転造速度段階制御」(特許出願中)の採用により、転造後の加工精度向上を図った。

転造速度段階制御について

従来の油圧シリンダ方式では、転造開始から終了まで一定速度で駆動していたが、サーボモータ駆動方式にすることで、任意の位置で任意の速度へ切り替えをすることが可能である。

この機能を活用し、特に転造開始時のツールが被転造物に喰い付く際の速度を制御することにより、その衝撃を緩和することができる。これにより、被転造物の揺動が少なくなり、ツールとのすべりを防いで、噛み合いを確実に行わせることができ、その効果として転造精度、特に累積ピッチ精度が向上する。

### 3.2 地球環境と工場環境への対応

ツールの駆動を従来の油圧シリンダ方式からサーボモータ+ボールねじ方式に変更し、油圧ユニットの必要最小限化を図り、据付床面積を小さくすると同時に、省エネルギー、及び、低騒音化を実現した。

#### 3.2.1 省エネルギー

NC 転造盤の消費電力は、1 サイクル (30 秒) 当たり 0.0163kwh、油圧式転造盤の場合は、0.0480kwh であり、NC 転造盤は油圧式転造盤に対して約 34% の消費エネルギーであり、約 66% の省エネルギー効果が得られる。

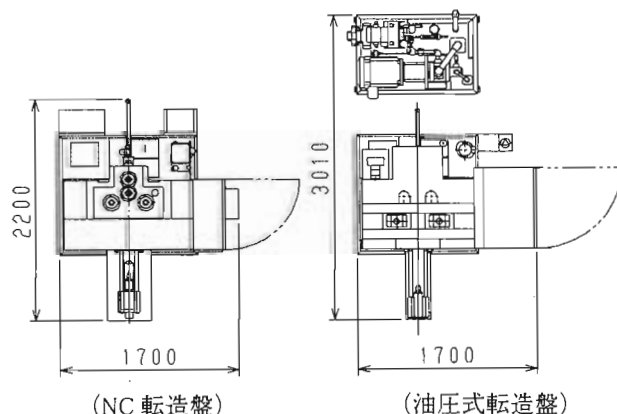


図8 所要床面積の比較

#### 3.2.2 省スペース

NC 転造盤の所要床面積は、3.74m<sup>2</sup>、油圧式転造盤の場合は、5.11m<sup>2</sup> であり、NC 転造盤は、油圧式転造盤に対して 74% (26%減) となった。(図8)

#### 3.2.3 低騒音

NC 転造盤の運転時の騒音値は、平均値 73dB (A)、油圧式転造盤の場合は、平均値 80dB (A) であり、NC 転造盤は、油圧式転造盤に対して低騒音である。

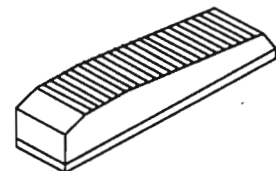
### 3.3 フレキシビリティへの対応

転造条件は被転造物の材質・諸元により容易に設定でき、無人化対応のニーズに対して、自動ワーク搬入出装置、ATC (自動工具交換装置:特許登録済)、自動オーバーピン寸法補正装置 (特許登録済) 等を装備することが可能です。

## 4. 加工例、及び、加工データ

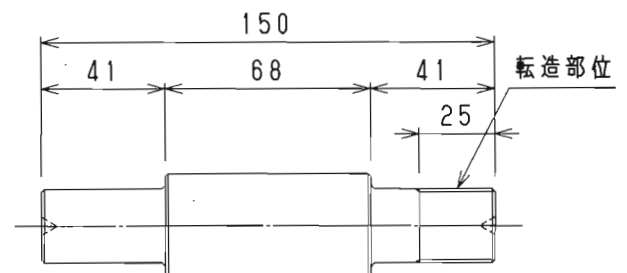
本機での加工例、及び、加工データを以下に示す。  
ツールの諸元、形状は図9に、被転造物の諸元、形状は図10に示す。

また、加工時のツールレイアウトは図11に示す。



諸元：ダイヤモンドラピッド DP24/48, 圧力角 30°  
形状：幅 32mm×長さ 623mm×高さ 58.584mm

図9 ツール



諸元：インポリュートスプライン；  
ダイヤモンドラピッド DP24/48, 圧力角 30°, 歯数 23  
材質：S45C, 硬度 HB195

図10 被転造物

2種類の転造速度パターンで転造テストを行った。  
各転造速度パターンで転造した被転造物の累積ピッチ精度を図12, 図13に示す。パターンごとに精度

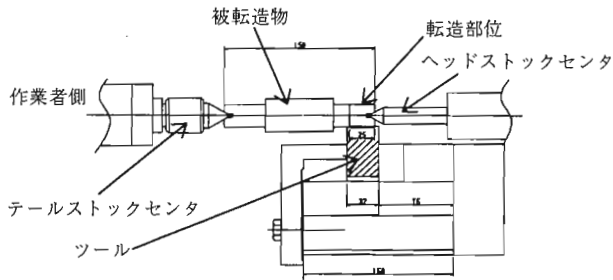


図11 ツールレイアウト図

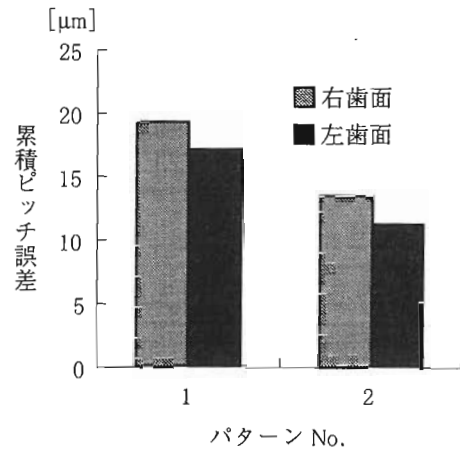
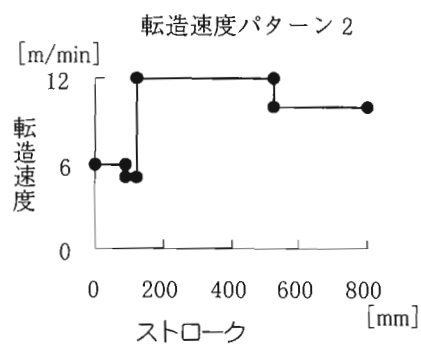
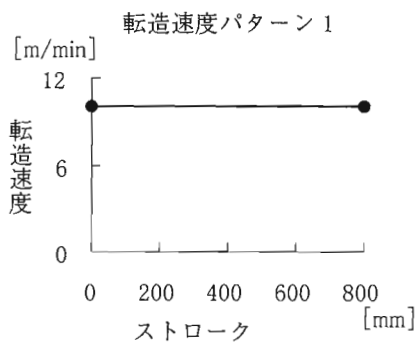


図12 累積ピッチ精度



ピッチ誤差  
歯溝の振れ

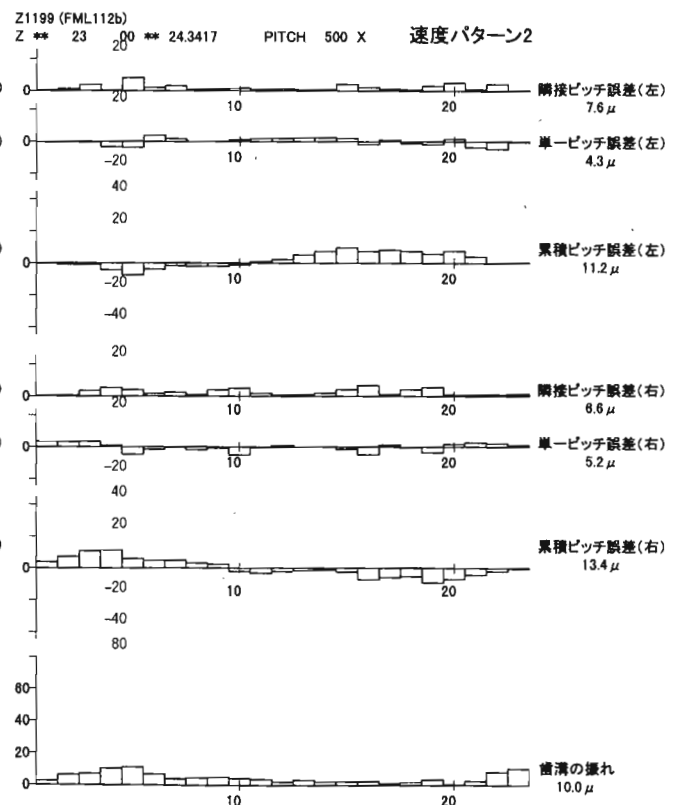
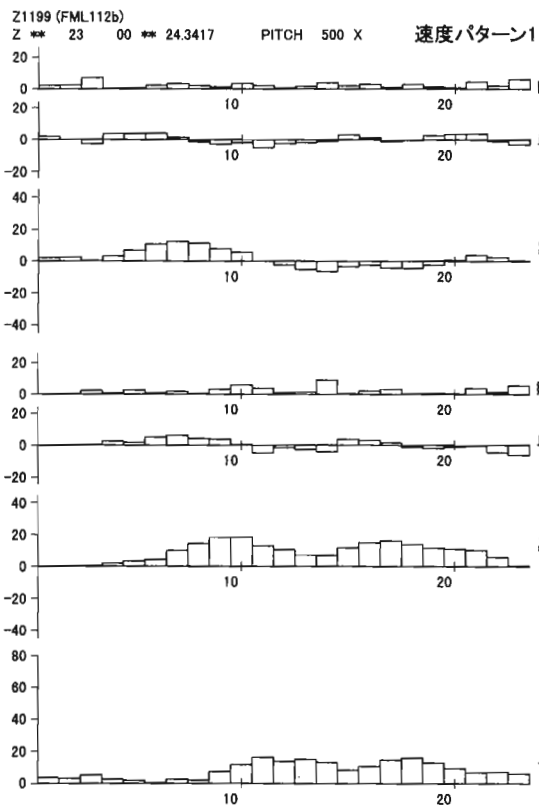


図13 加工精度

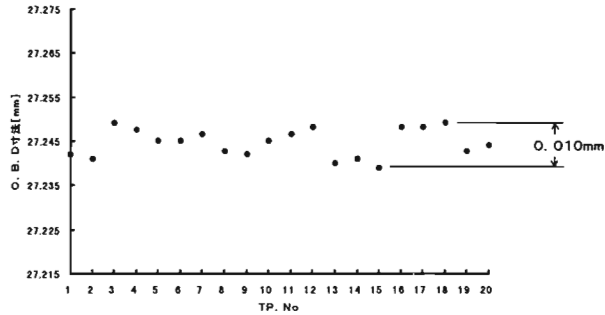


図 14 オーバボール径の変化

に差異がみられるが、転造速度パターン 2 の精度の方が明らかに良好である。

図 14 は、連続加工した時のオーバボール径のばらつきを示すものである。一般的なオーバボール径の公差幅 0.040mm に対して、0.010mm のばらつきであり、良好である。

## 5. NC 転造盤のシリーズ

NC 転造盤は、今回紹介した PFM-610FS を含めて、4 シリーズを既に商品化しており、各種の被転造物に応じて最適の機種を選定することができる。

以下に NC 転造盤のシリーズと主な仕様を示す。  
(表 2)

表 2 NC 転造盤のシリーズ

仕様	機械型式	PFM-400FS	PFM-610FS	PFM-915FS	PFM-1120FS
転造できる 最大モジュール		m1.0	m1.3	m1.3	m1.5
取付できる ツール型式		16"	24"	36"	48"
ツールホルダ 最大幅		70mm	150mm	150mm	150mm
ツール最大 移動量		560mm	800mm	1200mm	1350mm
開口部寸法		90mm	139.7mm	139.7mm	139.7mm

## 6. おわりに

以上、NC 転造盤 PFM-610FS について説明をしてきた。本機を当社の転造盤のシリーズに加えるとともに、ユーザ殿のニーズを果敢に取り入れ、さらに機能の充実を図っていくと同時に、より広い分野で使用していただくためにも、機械と工具の両面から低コスト化を図っていきたいと考えている。