

# 小形マイクロフィニッシャ

—高精度フィルムラップ加工機—

High Quality Film Lapping Machine “Micro Finisher”

## キーワード

マイクロフィニッシュ、GBQ システム、真円度、レベル加工、  
小形マイクロフィニッシャ、センターレスタイプ、内径加工、  
高精度仕上げ、ポリッシング

工作機製造所技術部

八倉巻忠嗣

## 1. はじめに

近年、地球温暖化防止のための方策の一環として回転装置を主体とする摺動部のフリクションロス低減のニーズがさらに高まってきた。

マイクロフィニッシャは自動車エンジンのクランクシャフト及びカムシャフトのジャーナル部、カム部の面粗さ、真円度の精度向上目的のために開発したフィルムラップ加工機である。

本機は 1990 年に商品化した後も、油性クーラントから水溶性クーラントへの移行に対応、複数回加工法による仕上げ精度向上、荒加工+仕上げ加工の 2 工程を 1 工程への集約などを行い、顧客の高い評価を獲得してきた。

本稿では従来のクランクシャフト用マイクロフィニッシャで培った技術を応用し、回転装置に使用される小物部品を対象として開発した小形マイクロフィニッシャを紹介する。

小形マイクロフィニッシャには用途別に GBQ-500C シリーズ、GBQ-500ID シリーズ、GBQ-50RD シリーズがある。

## 2. GBQ (Generating Bearing Quality) システム (特許第 1808323 号)

マイクロフィニッシャの基本的な加工システムは GBQ システム (図 1) と称し、これは比較的非圧縮性のポリッシングフィルムをソリッドストーンでバックアップして、クランクシャフトなどのジャーナル軸受部の円筒面を高精度に仕上げ加工するシステムで、今回開発した小形マイクロフィニッシャの各シリーズにも全て適用されている。

(シュューによりポリッシングフィルムはワークにクランプされます。ワークは正転・逆転し更にスラスト方向にオシレーションされます。)

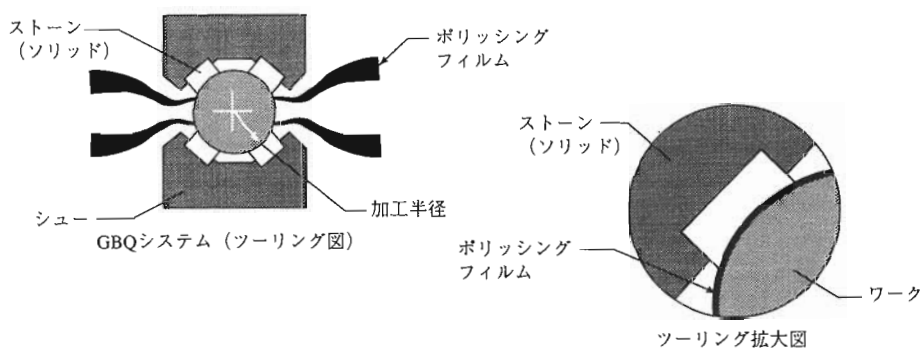


図 1 GBQ システム

## 3. GBQ-500C (外径加工) シリーズ

### 3.1 特徴

チャックをワークドライブに採用することで、多くの一般部品加工を可能とした。

従来原理を全て踏襲しており加工精度についても、従来のマイクロフィニッシュと同等の高精度を実現した。(本機は第18回JIMTOFに出展済み)

### 3.2 加工事例

以下に自動車用ミッションのクラッチ部品の外径加工の事例を示す。

### 3.3 加工方法

ワークはマニピュレータにより油圧式3爪チャックを装備したヘッドストックと超硬ローリングセンタ

を装備したテールセンタ間に脱着される。(図2参照)

ポリッシュアームをクランプ(面圧0.5Mpa)することにより、ポリッシングフィルムはワークとシューの間に挟み込まれる。次にスピンドルが低速回転(70rpm)すると共にオシレーションモータが回転しワークに高速オシレーション(軸方向に往復運動550回/分)を与え加工が始まる。(図3参照)

スピンドルはタイマーとインバータの組み合わせにより逆転、正転し設定回転終了手前でオシレーションが停止しスピンドル停止後、ポリッシュアームがアンクランプし加工が完了する。このように1種類のフィルムで1回の加工を行う加工法をレベルIの1回加工と言う。加工後、フィルムはフィルムインデクサーにより巻き取られる。(巻き取り量は1回20mm)

表1 GBQ-500C

項目	単位	機械諸元 標準寸法
<b>能力</b>		
部品の長さ	mm	83.5
加工径	mm	φ27.5
加工幅	mm	28.5
オシレーション	回/分	550
オシレーション		
ストローク	mm	0.4
スピンドル回転数	r.p.m.	70
<b>電動機</b>		
スピンドル	Kw	2.2 (インバータ付き)
オシレーション	Kw	0.75
フィルムインデクサ	Kw	0.025
油圧ユニット	Kw	2.2
切削油ユニット	Kw	2.2
<b>タンク容量</b>		
油圧ユニット	L	120
切削ユニット	L	200
潤滑ユニット	L	3
搬入コンベアー高さ	mm	950
加工高さ	mm	1200
搬出コンベアー高さ	mm	950
所要床面積	mm	3950 x4300
機械重量	kg	約3000
サイクルタイム	秒	27

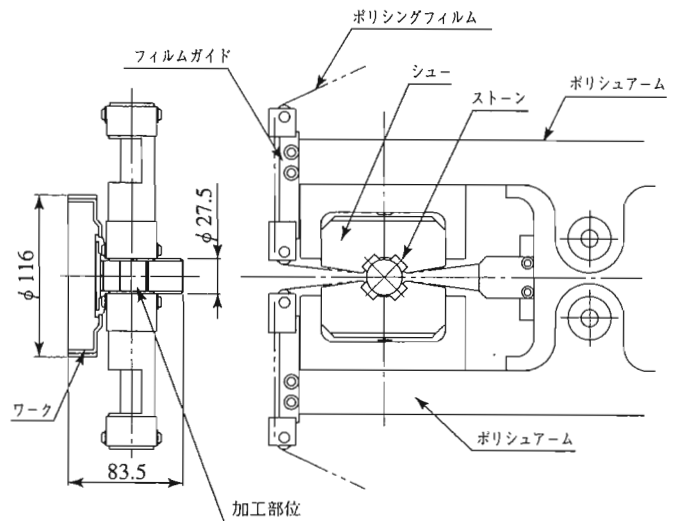


図2 ツーリングシステム

表2 GBQ-500Cシリーズ 切削条件

加工部位	φ27.5 外径 (mm)
ワーク回転数	70rpm
シュー押し付け面圧	0.5Mpa
オシレート数	550 回/分
オシレートストローク	0.4mm
フィルム粒度	20μm
ワーク回転時間 (逆転+正転)	5+5 秒
クーラント (水溶性)	カルテックスランドオイル 32

表3 ユーザ要求加工精度

加工部位	項目	前加工	要求精度	実績精度
外径	表面粗さ	$R_{max} 3.2\mu m$	$R_{max} 1.2\mu m$	$R_{max} 0.6\mu m$
	真直度	$3.2\mu m$		$1.5\mu m$
	真円度	$1.2\mu m$		$0.36\mu m$
	外径	φ27.349~φ27.363	φ27.339~φ27.360	φ27.346~φ27.358

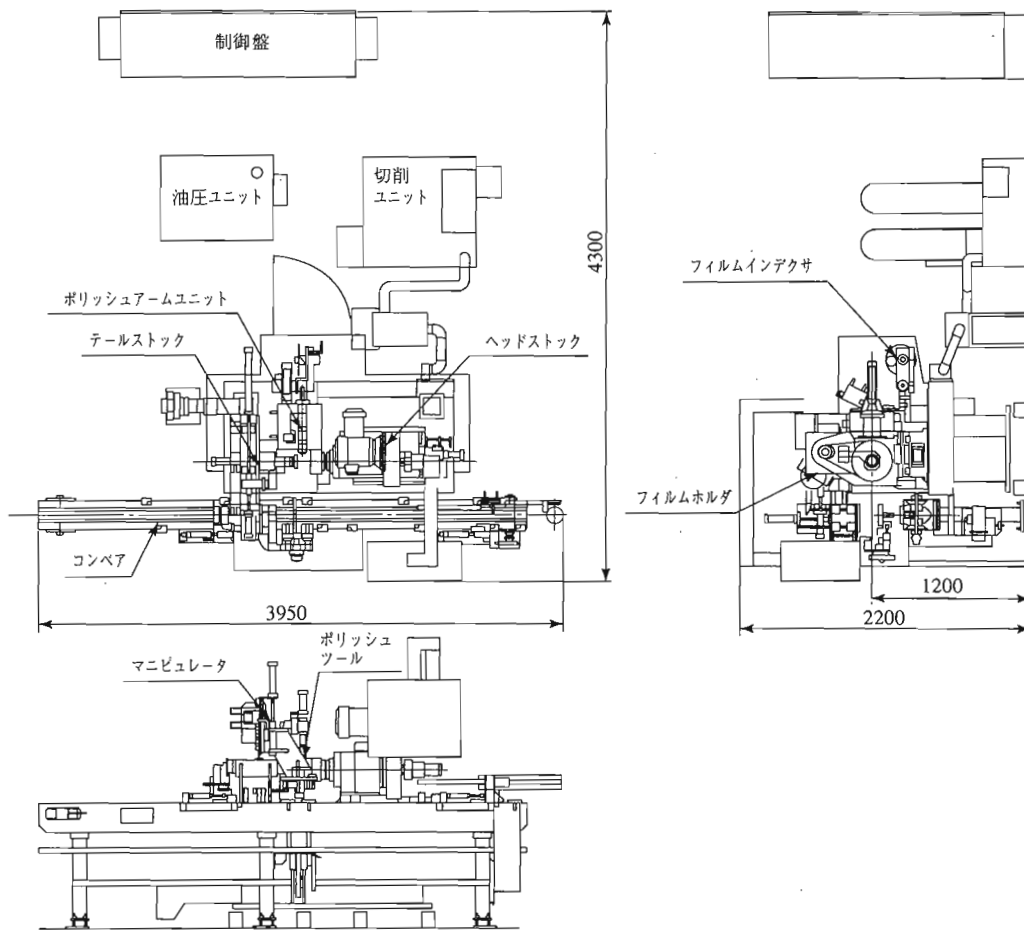


図3 レイアウト図

## 4. GBQ-500ID (内径加工) シリーズ

### 4.1 特徴

内径加工専用のアームユニットを新規開発し多くの一般部品加工を可能にした。

ツーリングはワーク形状の制約のもとで GBQ システムの基本的な加工原理を変えずに応用開発した。加工精度は形状修正能力が GBQ-500C と比較してシューが片側押し付けのためやや劣るものの、面粗度向上は高いレベルを維持している。(図6参照)

### 4.2 加工事例

以下に自動車用ミッションのクラッチ部品の内径(2箇所)加工事例を示す。

開発のポイントは、本ワークの内径部中央にボス(突起部)があり、加工部付近のフィルム及びフィルムガイドとワークとの接触を防止することと、加工完了後ポリッシュアームユニットが後退した位置でのスムーズなフィルムの巻き取りであった。

(4.GBQ-500ID 内径加工シリーズ Pat.P) (図4参照)

### 4.3 加工方法

ワークは油圧式3爪チャックを装備したヘッドストックに仮取り付けされ、更に押しつけ装置により定位置に取り付けられクランプされる。(図4.5参照) ポリッシュアームテーブルが前進し、ポリッシュツールがワーク内に挿入され更にポリッシュアームユニットが上昇し、加圧(面圧 2Mpa)することにより、ポリッシングフィルムはワークの2段目の内径部(φ59)とシューの間に押しつけられる。次にスピンドルが低速回転(86rpm)すると共にオシレーションモータが回転しワークに高速オシレーション軸方向に往復運動 600回/分)を与え加工が始まる。スピンドルはタイマーとインバータの組み合わせにより逆転、正転し設定回転終了手前でオシレーションが停止し、スピンドルも停止し加工が完了する。ポリッシュアームユニットを下降させ、ポリッシュア

ームテーブルが後退後フィルムインデクサーによりフィルムを巻き取る。  
次にマニピュレータにより加工完了ワークはヘッド

ストックから取り外される。加工完了ワークはマニピュレータにより次加工ステーションに搬送されそこでワークの1段目(φ70)の内径部の加工をする。

表4 GBQ-500ID

項目	単位	機械諸元 標準寸法
<b>能力</b>		
部品の長さ	mm	45.5
加工径	mm	φ59, φ70
加工幅	mm	20.1, 18.7
オシレーション	回/分	600
オシレーション		
ストローク	mm	0.8
スピンドル回転数	r.p.m.	86
<b>電動機</b>		
スピンドル	Kw	2.2 (インバータ付き)
オシレーション	Kw	0.75 (インバータ付き)
フィルムインデкса	Kw	0.025
油圧ユニット	Kw	2.2
切削油ユニット	Kw	2.2
<b>タンク容量</b>		
油圧ユニット	L	120
切削ユニット	L	200
潤滑ユニット	L	3
搬入コンベアー高さ	mm	950
加工高さ	mm	1200
搬出コンベアー高さ	mm	950
所要床面積	mm	4325x4200
機械重量	kg	約 3000
サイクルタイム	秒	27

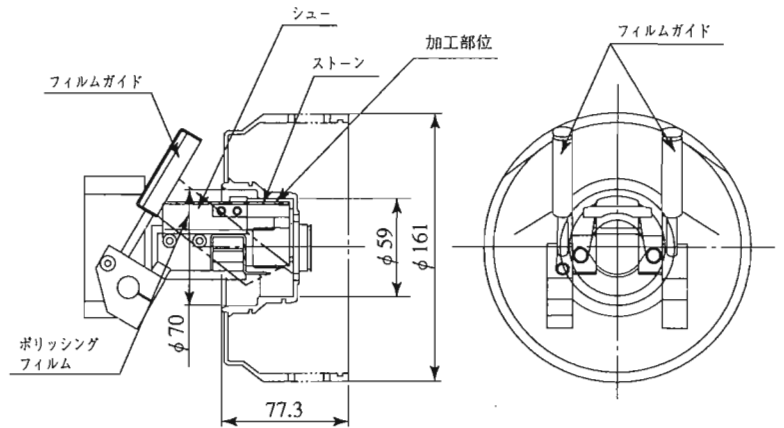


図4 ツーリングシステム

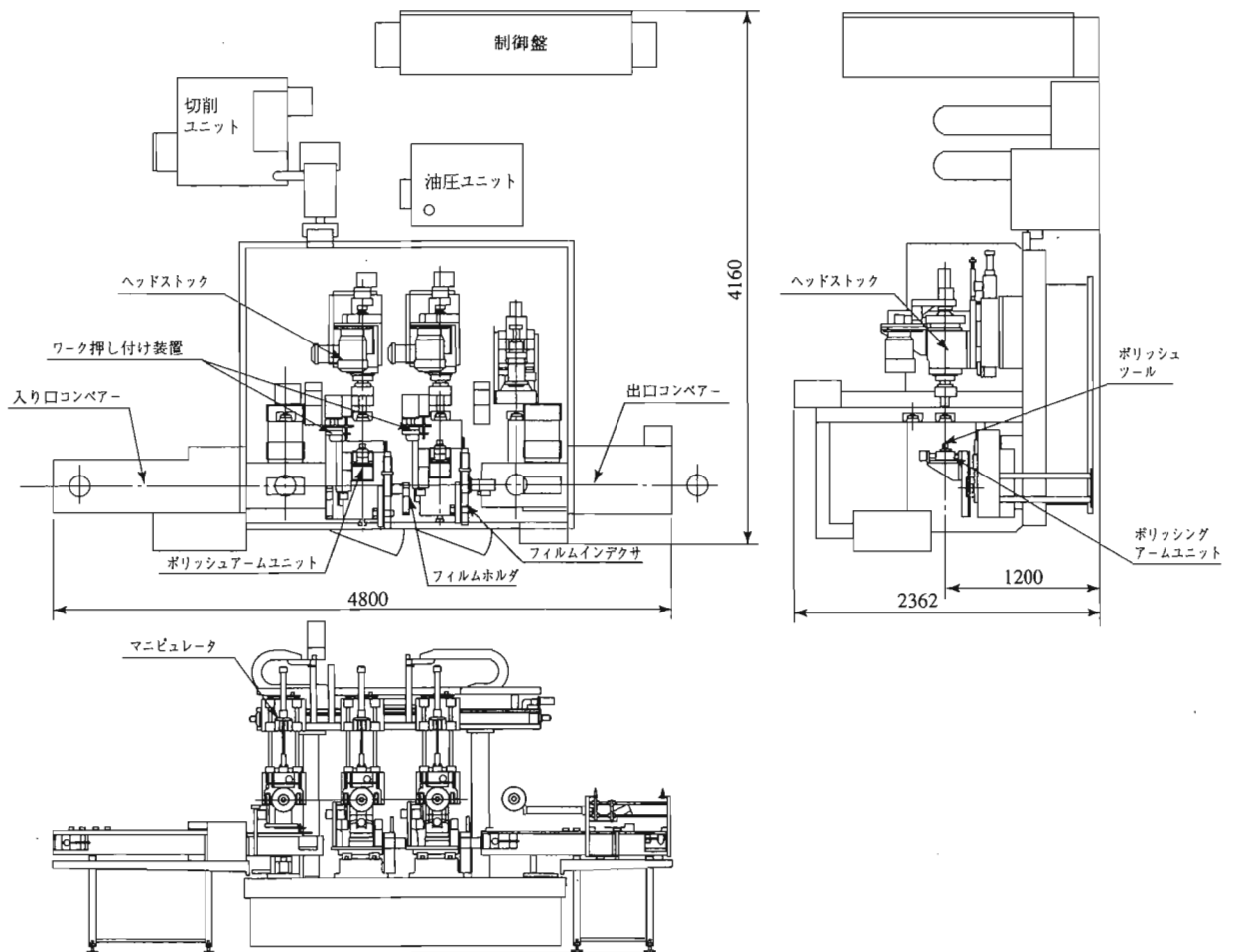


図5 レイアウト図

表 5 GBQ-500ID シリーズ 切削条件

加工部位	φ59 内径 (1 工程) φ70 内径 (2 工程) (mm)
ワーク回転数	86rpm
シュー押し付け面圧	2Mpa
オシレート数	600 回/分
オシレートストローク	0.8mm
フィルム粒度	50μm
ワーク回転時間 (逆転+正転)	5+5 秒
クーラント (水溶性)	カルテックスオイル 32

表 6 ユーザ要求加工精度

加工部位	項目	前加工	要求精度	実績精度
内径	表面粗さ	$R_{ms} 6.3\mu m$	$Rz 1.6\mu m$	$Rz 1.44\mu m$
	内径	φ58.998~φ59.023	φ59.000~φ59.030	φ59.008~φ59.026
		φ69.998~φ70.023	φ70.000~φ70.030	φ70.006~φ70.027

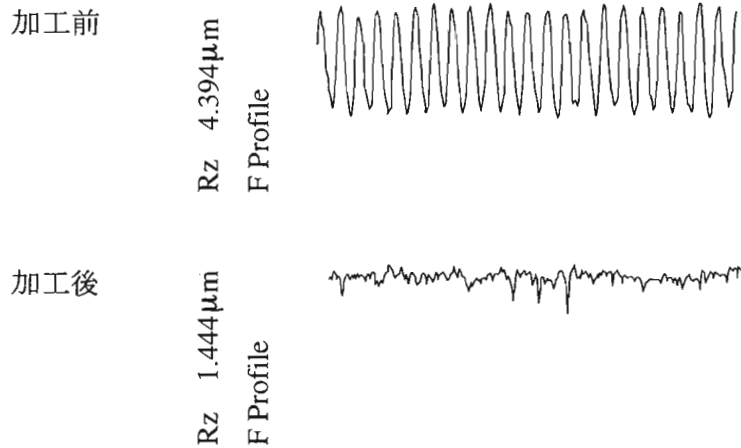


図 6 GBQ-5001D の面粗さ (Rz)

## 5. GBQ-50RD (外径加工) シリーズ (センターレスタイプ)

### 5.1 特徴

ワークドライブをローラドライブとすることで、ヘッドストック、テールストックを廃止し（センターレス）また、油圧ユニットレス、潤滑油ユニットレスとし究極の低コスト化、コンパクト化を実現した。シューのまたぎ角が小さいため、形状修正能力が従来システムよりやや劣るものの、表面粗さは高レベルを維持し高精度化を実現した。（図 7 参照）

ワークローディングシステムがシンプルのため、M/C サイクルタイムが短く高能率化をも実現した。

### 5.2 加工事例

以下に自動車用エンジン部品であるシャフトの外径加工の事例を示す。

本システム開発のポイントは、本ワークの外径部の加工部位が径違いを含めて 4 カ所の同時加工にある。本事例では加工部位が隣接しているため、ポリッシュアームを 4 カ所単独で動作させながら、ポリッシュアームを互いに接触すること無く真直ぐにワークに押し付けることであった。（図 7 参照）

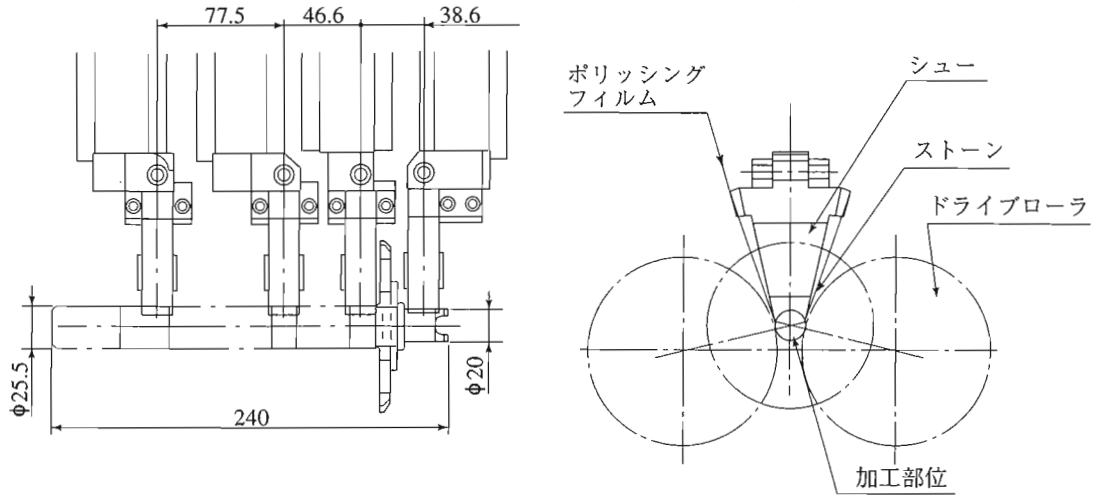


図7 ツーリングシステム

### 5.3 加工方法

ワークはドライブローラ上にセットされポリッシンググアームが下降（面圧 1Mpa）し、ポリッシングフィルムはワークの外径部とシューの間に押しつけられる。

次にドライブローラが低速回転（ワーク回転数

表7 GBQ-50RD

項目	単位	機械諸元
		標準寸法
能力		
部品の長さ	mm	240.4
加工径	mm	φ20、φ25.5
加工幅	mm	16.4/17.5/15.5/
オシレーション	回/分	600
オシレーション		
ストローク	mm	0.6
ワーク回転数	r.p.m.	90
電動機		
スピンドル	Kw	1.5
オシレーション	Kw	1.5
フィルムインデкса	Kw	-
油圧ユニット	Kw	-
切削油ユニット	Kw	0.37
タンク容量		
油圧ユニット	L	-
切削ユニット	L	80
潤滑ユニット	L	-
搬入コンベアー高さ	mm	-
加工高さ	mm	1300
搬出コンベアー高さ	mm	-
所要床面積	mm	2200x1705
機械重量	kg	約 1000
サイクルタイム	秒	90

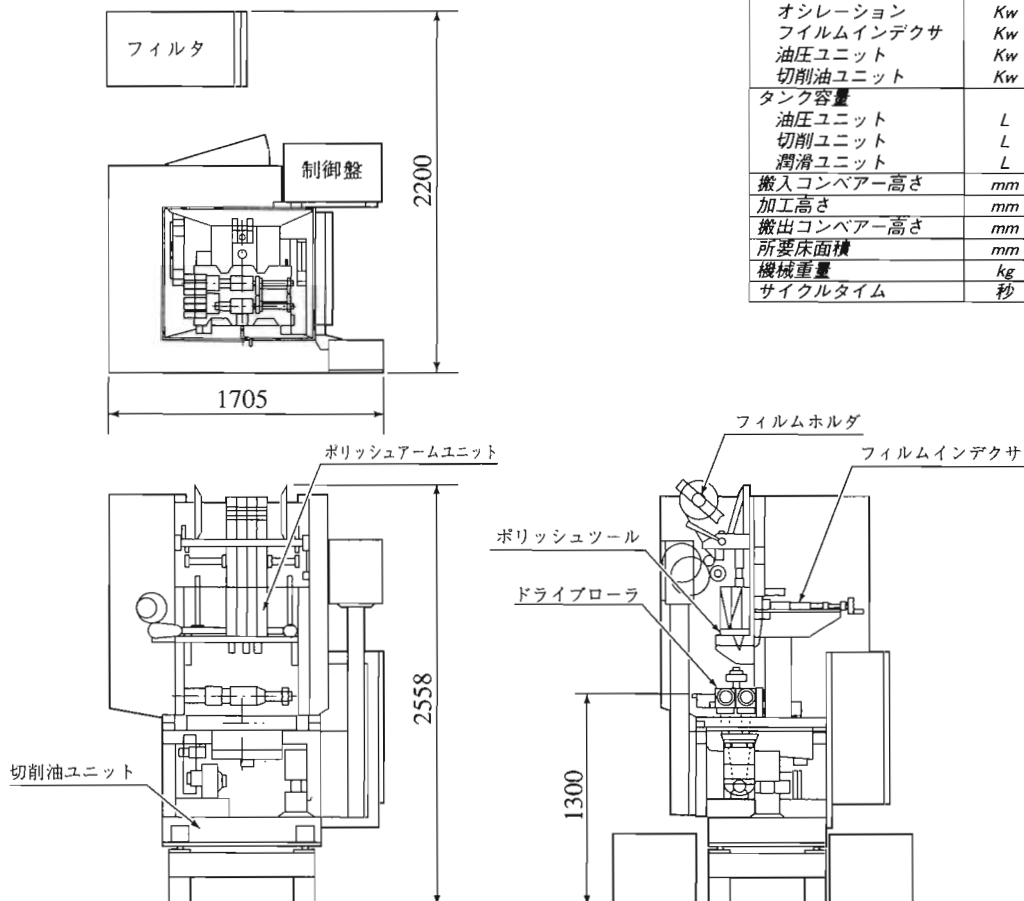


図8 レイアウト図

表 8 GBQ-50RD シリーズ 切削条件

加工部位	φ25.5 外径 (3 箇所) φ20 外径 (1 箇所) (mm)
ワーク回転数	90rpm
シュー押し付け面圧	1Mpa
オシレート数	600 回/分
オシレートストローク	0.6mm
フィルム粒度	20μm
ワーク回転時間 (逆転+正転)	1 回目 3+3 秒 2 回目 6+6 秒 3 回目 6+6 秒
クーラント (水溶性)	MIC2000T

表 9 ユーザ要求加工精度

加工部位	項目	前加工	要求精度	実績精度
外 径	表面粗さ	Rz1.6μm	Rz0.8μm	Rz0.22μm
	サイズ	φ27.349~φ27.363	φ27.339~φ27.360	φ27.345~φ27.358

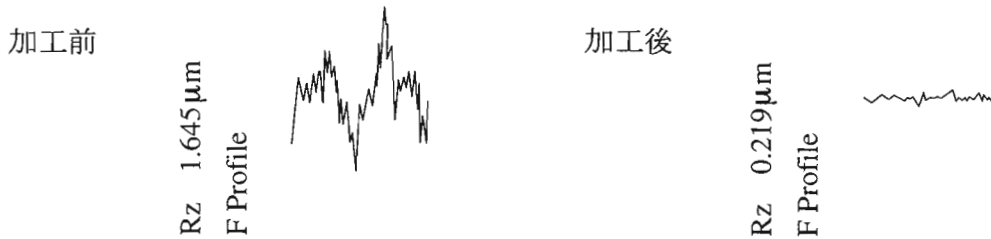


図 9 GBQ-50RD の面粗さ (Rz)

90rpm) すると共にオシレーションモータが回転しポリッシュアームに高速オシレーション (軸方向に往復運動 600 回/分) を与え加工が始まる。ドライブローラはタイマーとインバータの組み合わせにより逆転, 正転し設定回転終了手前でポリッシングアームのオシレーションが停止し, ドライブローラも停止し加工が完了する。ポリッシュアームが上昇しフィルムインデクサーによりフィルムを巻き取る。このサイクルを 3 回繰り返して加工が完了する。(図 8 参照)

## 6. おわりに

機器の静粛化, フリクションロス低減を図るために, 自動車部品, 家電機器部品, OA 機器部品, 印刷機器部品, 油圧機器部品, 空圧機器部品などの多くの分野で摺動部品の高精度化が進んでいる。この様なニーズに対応するために当社ではフィルムラッピング装置を開発し, 市場での高い評価を得ると共にシリーズを拡充してきた。さらに多くの顧客のニーズに応えられるよう今後さらにシリーズの拡充と性能の向上を進めていく予定である。