

GC20Mi CBN カム研削盤の開発

Development of the GC20Mi CBN Cam Grinder

福田英二 E. FUKUTA

The GC20Mi CBN cam grinder was developed to meet the need for technological innovativeness, high productivity, and high accuracy stability in CBN cam grinders for grinding automobile camshafts. The GC20Mi is belt-driven, with wheel diameter specifications of $\phi 350$ -120 m/s, $\phi 100$ -60 m/s and $\phi 150$ -80 m/s, and supports direct drive with wheel diameter specifications of up to $\phi 350$ -160 m/s. This enables users to choose the equipment best suited for the target camshaft type. Furthermore, this grinder is equipped with the latest technological elements, and was developed with careful consideration to operability and safety, as well as environmental friendliness.

Key Words: cam grinder, reduction of heat distortion, stable accuracy, operability, safety

1. はじめに

近年、自動車に対する低燃費や低価格などのニーズの高まりとともに、自動車メーカー各社は次々とこれらに対応した新製品を市場に投入している。一方で、電気自動車（EV）やハイブリッド自動車（HV）が注目されているが、まだまだ低燃費対応のための小型化や高効率化エンジンを搭載している自動車が大半を占めている。

これらの背景により、自動車メーカーやカムシャフト専門メーカーからは、高い生産性と加工精度の安定性および加工面の高品質感などに対するニーズがますます高まってきており、これに応える設備として従来機 GC20M の後継機としてジェイテクトのグループ会社とともに、CBN ホイールや搬送装置も新開発搭載できるように GC20Mi CBN カム研削盤（本機）を開発した。以下に、本機の概要を紹介する（図1）。



図1 GC20Mi CBN カム研削盤
GC20Mi CBN cam grinder

2. 開発の狙い

当社は2005年、「カムシャフト加工にふさわしい最適設備」をコンセプトとしてGC20M-63 CBN カム研削盤を販売し、市場で高い評価を得ているが、開発から8年以上経過した現在では、他社機に対しての優位性が低下してきている。

本機はGC20M-63で実績のある信頼性の高い基本ユニットをそのまま採用し、最新要素技術の実装とCAE解析などによる素の性能向上をはかるとともに、品質に相応しい質感のあるフェイスリフトを行った。従来は、高周速・高出力機とは別の種類の機械で対応していたため、顧客はそれぞれの機械の保守部品の準備が必要であったが、本機は高周速・高出力機能を取り込み、他社機に対しての優位性を維持する狙いで開発をした。

3. 本機の特徴

①高精度で寸法補正不要

カムシャフトの研削では、砥石台の前後進と主軸（工作物）回転の同時2軸制御を行い工作物を加工する。

カムを高精度に加工するには、工作物の回転に対して砥石台の遅れが発生することなく追従させる必要があるが、本機では砥石台送り機構としてフリクションのない静圧スライドで構成したりニアモーターで駆動する方式を採用することにより、高追従性を実現するとともに送り

ねじや軸受が不要となり、長期安定性も確保した。

また、機械のベースとなるベッドのリブ構成をCAE解析により、最適にリブを配置することにより工作物の支持点と研削砥石位置の熱変位の影響を可能な限り少なくした。

加えて、研削時に発生する研削熱の冷却により昇温した研削液をベッド内に滞留させることなくすばやく排出することにより、稼動1直分(8H)における熱変位量を従来機に対し約40%減少させることができた(図2)。このことにより、従来、生産ラインにおいて品質チェック時に寸法補正が随時要実施であったが、本機は初品確認だけで済むことになり生産効率が向上する。

②高生産性

本機は砥石軸駆動方式として従来から実績のあるベルト駆動方式で砥石周速度 120m/s, オプションとしてピ

ルトインモータによるダイレクトドライブ方式で砥石周速度 160m/s の仕様を用意することにより、工作物の材質に応じた最適加工条件で研削できるようにしている。

ダイレクトドライブ方式の砥石軸には、高能率対応のため瞬間最大出力 85kW の小型高出力モータを搭載し、また、モータ発熱による砥石軸の変形を抑えるために、CAE 解析によりモータ配置の最適化を図っている(図3)。

これらの砥石回転周波数における振動の影響を抑えた研削性能は、低振動ベッドとジェイテクトグループの豊田バンモップス(株)で開発した切れ味と寿命向上を両立させた CBN ホイール『タフ Vi-F』(図4)によるもので、これらにより高能率化(約 60%)とサイクルタイムの短縮(▲約 15%)を実現できた。

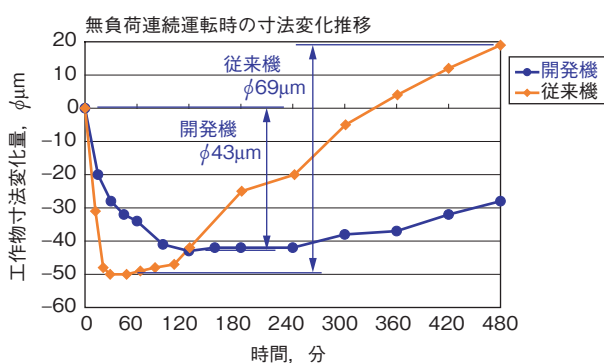


図2 加工工作物の寸法変化推移
Transition of dimensional change of workpiece

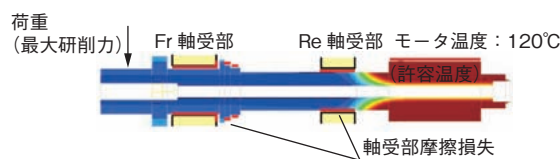


図3 砥石軸の CAE 解析
CAE analysis of wheel spindle

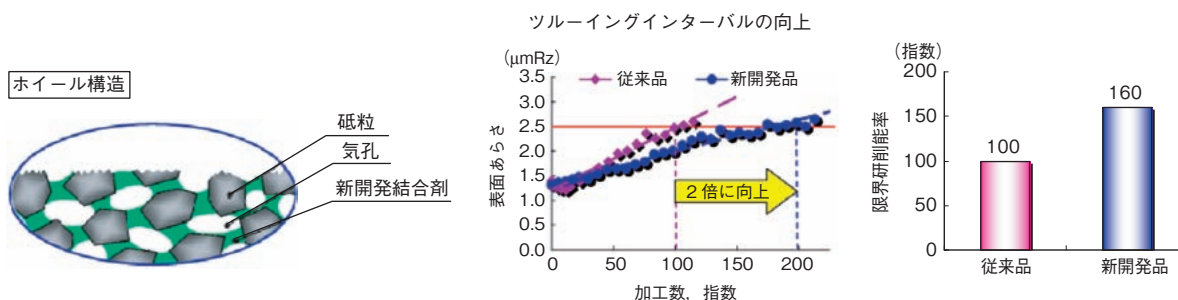


図4 タフ Vi-F CBN ホイール
Tough Vi-F CBN wheel

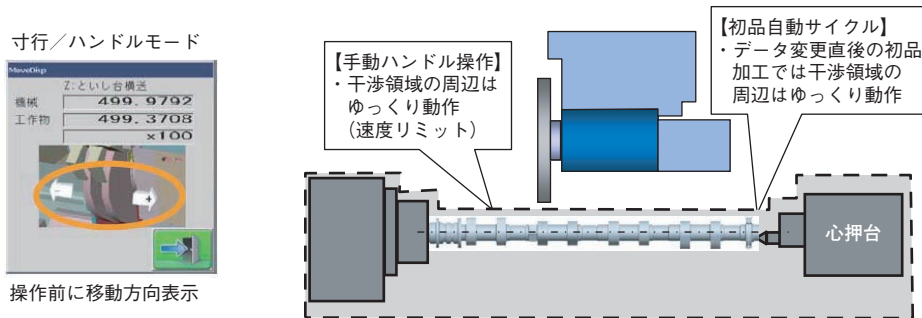


図5 安全操作機能
Safety operation function

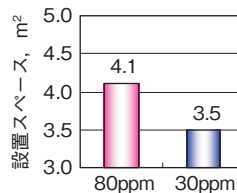
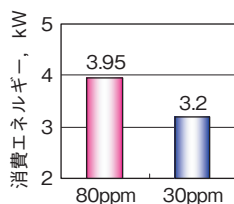
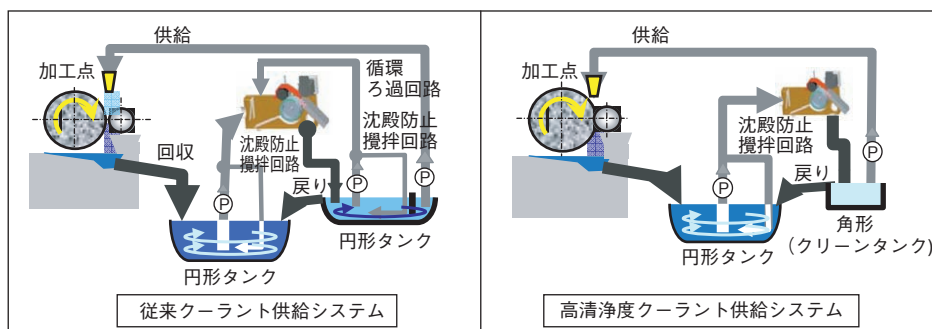


図6 高 cleanliness 研削液供給システム
High cleanliness factor coolant feed system

③操作性・安全性

当社では1970年代より自社製の制御装置を開発し、機械メーカーが作る制御装置として、機械の使い易さやその性能を最大限に発揮出来るように改良を重ねてきた。GC20Miでは新開発のTOYOPUC®-GC70を搭載し、従来の5倍の演算速度と10倍の通信速度を実現し、また大幅に小型化もしている。

従来からのタッチパネル方式での扱いやすさに加え、アイコン化により直感的に操作できるようにしており、簡単に言語切り替えも可能であるので、海外でのスムーズなライン立上げなどがグローバル対応の仕様となっている。

安全性に関しては、ハンドルによる手動操作時には操作前に動作方向を表示し誤操作を防止する機能や、工作物段取り替え後の初品加工時には干渉物周辺では速度を制限して初品での運転確認を援助する機能(図5)も盛り込み、対応している。

④省エネルギー

研削盤においては加工時に発生する加工熱を除去するとともに、切粉の機械外への排出と切粉処理のために、研削液供給装置が必須である。カムシャフトの研削においては取りしろが大きい関係上、切粉の発生量が非常に多く、切粉の処理を適切に行わなければ加工工作物のスクラッチ傷や工作物クランプ時の切粉のかみこみによる精密的な問題の他、機械内部への切粉の堆積による研削液のオーバフローや装置の故障を誘発する場合がある。従来は研削液供給装置のタンクの形状を円形にしてマグネットセパレータへ循環させるシステムとして対応してきたが、今回GC20Miでは自社新開発の磁気回路付の高 cleanliness 研削液供給システムを採用した(図6)。これにより、研削液中の残留異物を従来の80ppmから30ppmに大幅に減少させた。研削液1Lあたり異物が30mgという高 cleanliness 化の実現により、スクラッチ傷不良の減少とともに、更替周期も大幅に延長可能となった。

また、従来の循環システムに使用するポンプが不要となり、省エネ効果もあり環境にも配慮している。

4. 仕様

GC20Mi の仕様を表 1 に示す。

表 1 主な仕様
Main specifications

[] : Option

項目		単位	GC20Mi-35	GC20Mi-63
センタ間距離		mm	350	630
テーブル上振り		mm	$\phi 320$	
センタ高さ		mm	1 120	
研削直径		mm	$\phi 10 \sim \phi 300$	
CBN ホイール	外径	mm	$\phi 350$ [$\phi 100, \phi 150$]	
	最大径	mm	20	
	周速度	m/s	砥石径 $\phi 350$ - ベルト駆動仕様 : 120 [80] [砥石径 $\phi 350$ - DD 砥石軸仕様 : 160 & 120] [砥石径 $\phi 100$: 60] [砥石径 $\phi 150$: 80]	
砥石軸	軸受方式	—	静圧軸受	
	駆動方式	—	ベルト駆動 $\phi 350$ [$\phi 100, \phi 150$] [DD 駆動 ($\phi 350$)]	
砥石台送り	送り方式	—	静圧角スライド, リニアモータ	
	早送り速度	m/min	$\phi 40$	
	最小設定単位	mm	$\phi 0.0001$	
砥石台 トラバース送り	送り方式	—	V 平スライド, ボールねじ	
	早送り速度	m/min	20	
	最小設定単位	mm	0.0001	
主軸台	形式	—	回転軸	
	センタ	—	MT No. 4	
	最高回転数	min^{-1}	250	
	最小設定単位	度	0.0001	
心押台	形式	—	油圧式 [NC 心間調整式]	
	センタ	—	MT No. 4	
	行程	mm	油圧行程 60 [NC 行程 190]	
電動機	砥石軸	kW	22 [30]	
	砥石台送り	kW	9.8	
	砥石台トラバース送り	kW	2.9	
	主軸	kW	2.5	
	ツルーイング装置	kW	0.75 (2P)	
	砥石軸ポンプ	kW	3.7 (4P)	
	作動油ポンプ	kW	0.75 (4P)	
	潤滑ポンプ	kW	0.4 (4P)	
電源電圧	V	200		
タンク容量	軸受油	L	70	
	作動油	L	25	
	潤滑油	L	40	
正味質量	kg	11 000		

5. 機械配置

本機の標準機械配置を図7に示す。

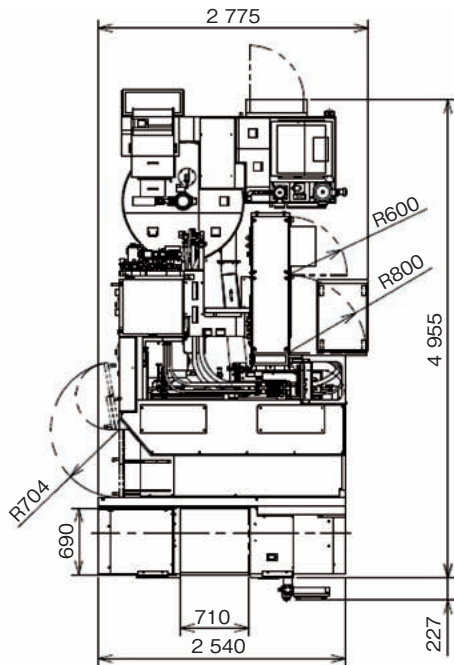


図7 機械配置

Machine layout drawing

6. おわりに

本機 GC20Mi は高精度維持安定性、高生産性に加え操作性向上、安全や環境にも配慮して開発した。今後も次々と新しい技術やニーズが出てくるであろうが、それらを取りこみ、顧客に喜ばれる設備開発に取り組んでいきたい。

筆者



福田英二*

E. FUKUTA

* 工作機械・メカトロ事業本部 工作機械開発部