

# GC20M-63 CBN カムシャフト研削盤\*

## GC20M-63 CBN Camshaft Grinder

山口智史 S. Yamaguchi

This camshaft grinder performs grinding the cam profiles of camshafts that are major parts of automotive engines, by means of CBN grinding wheels.

The high-speed CNC unit GC50 of Toyoda make, the linear-motor driven wheelhead and the workhead equipped with a built-in motor realize high-speed and high-accuracy grinding. An effective combination of the wheelhead traversing mechanism and the 3D-CAD method enabling the optimum design reduces the machine's floor space.

**Key Words:** Camshaft, Linear Motor, Optimum, Simple, Chatter

### 1. はじめに

近年の環境への意識の高まりから自動車エンジンでは燃費向上に技術が注がれている。そのなかのトレンドとして可変バルブタイミング機構の採用やフリクション低減の目的から、カムからバルブへの駆動伝達方式をフラットタペットの直動式からローラータペットのローラロックアーム式へと移行している。ローラータペットになることで、カムにはピッチング性能が要求される。材質には高い引っ張り強度・高いじん性が要求され、球状黒鉛鋳鉄（ダクタイル鋳鉄：FCD 材）が主流になってきている。

FCD 材は従来のチル鋳物に比べ研削時の発熱が大きいのに加え、研削熱による組織変化が起こりやすい材質である（図 1, 2）。

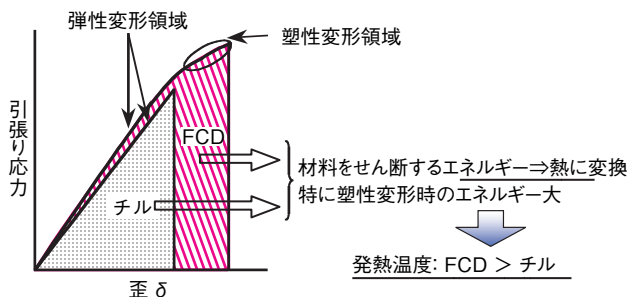


図 1 せん断エネルギーの増加  
Increase in Shearing Energy

材質	組織	組織の変態温度 (°C)	研削熱による材料特性
チル	チル (セメント、パーライト)	1 150	研削割れが発生
FCD	マルテンサイト 球状黒鉛	700~800	研削割れを起こす前に組織変化(軟化層が発生) ↓ 研削焼け

図 2 材料の組織変化  
Material Structural Change

そのため、必ずしも高生産性を求めてきたハイパワー・ハイスピードの生産設備が生かされにくいという場合がある。そのような背景に対し、「工作物にふさわしい最適設備」をコンセプトに開発した、カム研削盤 GC20M-63 を紹介する（図 3）。



図 3 GC20M-63 CBN カムシャフト研削盤  
GC20M-63 CBN Camshaft Grinder

\*豊田工機技報 Vol.46 No.2 より引用。

## 2. 開発のねらい

FCD 材や鉄系の工作物に対し、砥石軸動力・砥石周速・砥石台送り加速度・主軸トルク等のバランスをとって最適化し、シンプルで信頼性のあるマシン開発を目指した。

開発するにあたり、以下の項目に取り組んだ。

### 2.1 しっかり高速／高精度

- (1) ビビリレス
- (2) 暖機運転レス
- (3) 研削時間 20% 削減

### 2.2 スモール／スリム

- (1) フロアスペース 40% 削減 (対 GCS63 III)

### 2.3 シンプル／壊れにくい

- (1) クーラント飛散エリアをミニマムに
- (2) 電装品のクーラント飛散エリアからの隔離

### 2.4 エコロジ／ミニマム

- (1) 研削液供給量半減

## 3. 開発機の特長

開発機のねらいに対し実施した特長を精度・安定性(信頼性)に焦点をあてて述べる。

### 3.1 安定した精度：ビビリレス（3点支持ベッド）

ベッドを支持するジャッキの数が多いと、地盤の変化によりベッド支持剛性が変化してしまうが、3点支持はその影響を受けにくい。開発機はすべて 3D-CAD で設計を行い、これを有効利用した構造解析により高剛性な

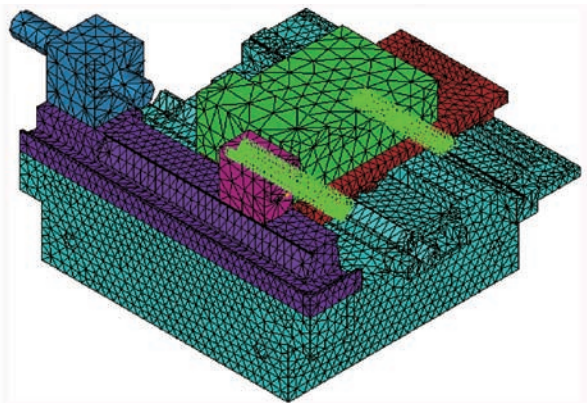


図4 3D 設計による解析モデル図  
3D Design Analysis Model

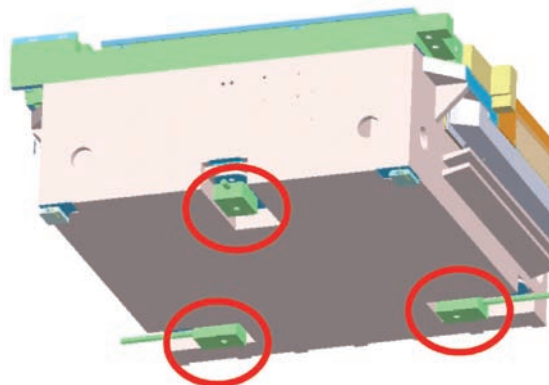
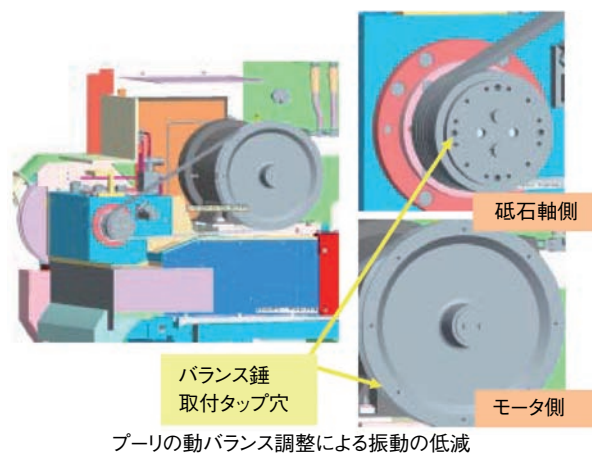


図5 3点支持ベッド  
3-Point-Support Bed

3点支持ベッドを実現した。また、主軸台の取付け面を広く取り、ベッドにボルトで直接固定化した事で、主軸台及び主軸台上に搭載したツルーイング装置の剛性を高めている。図4に3D 設計による解析モデル図、図5に3点支持ベッドを示す。

### 3.2 安心精度：ビビリレス（砥石軸と熱源の分離）

開発機では砥石台送り加速度と、砥石軸モータ動力のバランスを最適化し、砥石軸をプリー駆動とすることで、砥石軸と熱源のモータを分離し、信頼性を向上している。そのことに加え、プリーの動バランス調整による振動の低減、振動階級 3V のモータ採用、モータマウントの防振対策など振動要因の削減をしている(図6)。



プリーの動バランス調整による振動の低減

図6 プリーの振動対策  
Measures to prevent Pulley Vibration

### 3.3 リニアモータの採用

砥石台送りには GC32M で信頼と実績のあるリニアモータ送りを採用した。これにより、高速・高精度の砥石台送りを実現している。

### 3.4 コールドスタート：暖機運転レス

開発機では研削熱を取り込んだクーラントが直接ベッドにかからないように、クーラントパンを設置した(図7)。

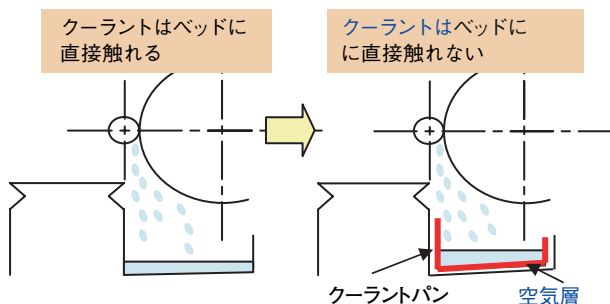


図7 クーラントパンの設置  
Installation of Coolant Pan

これによりコールドスタート後の寸法変化を1/3に抑えることができる。さらに変位センサによる熱変位誤差補正機能を搭載、前日と翌日朝一番の機械温度差による熱変位量をセンシングにより補正し、寸法変化を削減する。これらにより暖機運転を削減し、高生産性に貢献する。

### 3.5 しっかり高速：研削除去率一定制御（主軸無段階変速）

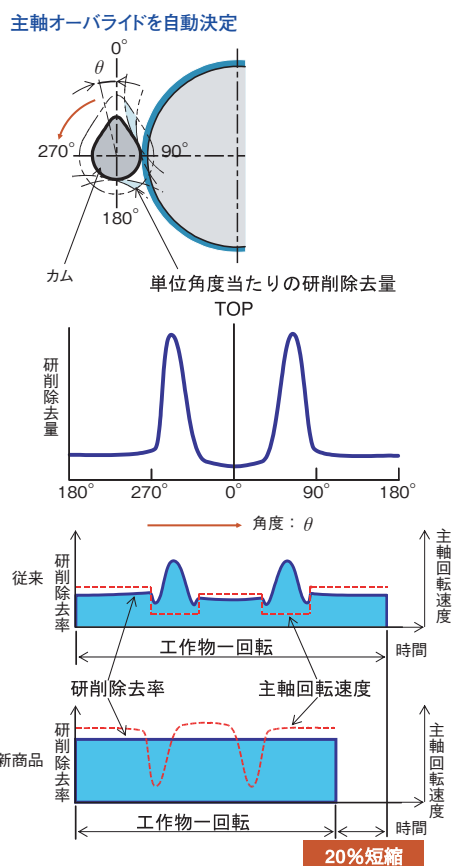


図8 研削除去率一定制御  
Control to maintain constant removal rate

主軸台には追従性向上のためビルトインモータを採用し、主軸オーバーライド自動決定機能をもつ内製高速CNC「GC50」により主軸無段階変速制御を実現した。これにより、カム1回転中の研削除去量を最高レベルに維持することができ、サイクルタイム短縮に貢献する(図8)。

### 3.6 省スペース・小型化

砥石台トラバース送りを採用し、GCS63 IIIに対してフロアスペースを39%削減。マシン幅は、GC32M-63に比べて17%削減した。3Dモデルを用いた事前DRをくり返すことにより、小さくても保守保全性の良いマシンレイアウトを実現した。

### 3.7 高い信頼性（壊れにくい / 修理が簡単）

図9に示すように、ツーリングエリア以外にクーラントを飛散させない局所カバー構造としている。主軸台周りの電装品と一緒に主軸自体もクーラント飛散防止カバーの外に出すことで、信頼性の向上を図った。

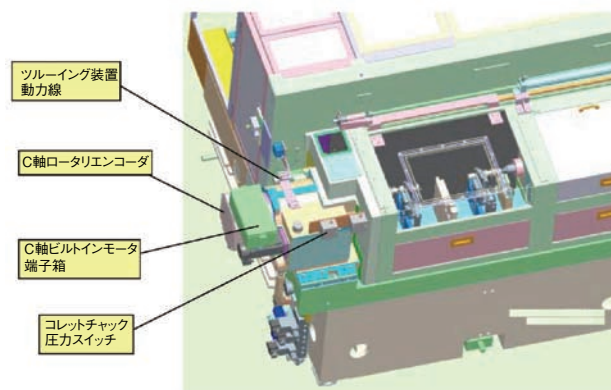


図9 電装品のクーラントエリアからの隔離  
Isolation of Electrical Instruments from Coolant Area

### 3.8 環境への取組み：EcoLoG 研削 Type II<sup>1)</sup>の採用

効率の良い研削液供給を行うことにより、供給量を従来の1/2に削減している。

4. 主な仕様

表1 主な仕様  
Major Specifications

仕様項目	単位	開発機
		GC20M-63
センタ間距離	mm	630
最小研削直径	φmm	10
砥石周速度	m/s	最大120
砥石径	φmm	350
最大砥石幅	mm	シングル20,マルチ20+20
砥石軸動力	kW	22(30)
主軸最高回転速度	min <sup>-1</sup>	250
砥石台トラバース 早送り速度	m/min	20
砥石台早送り	φm/min	20
砥石軸駆動		ベルト駆動
主軸台		ダイレクトドライブ
砥石台送り		リニアモータ
心押台		NC自動心間調整式
CNC		GC50

5. 機械配置

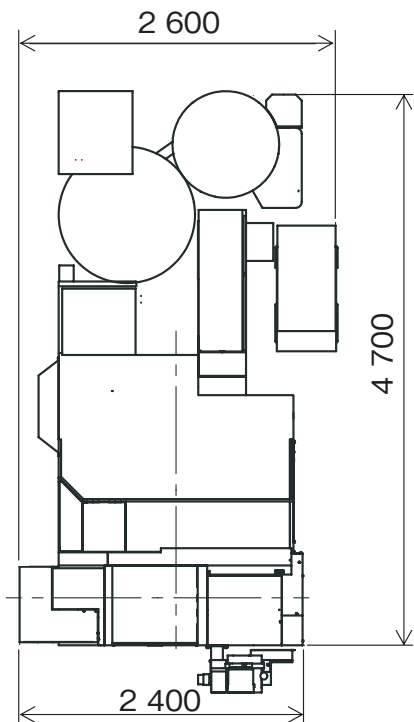


図10 機械配置  
Machine Layout Drawing

6. 展示内容

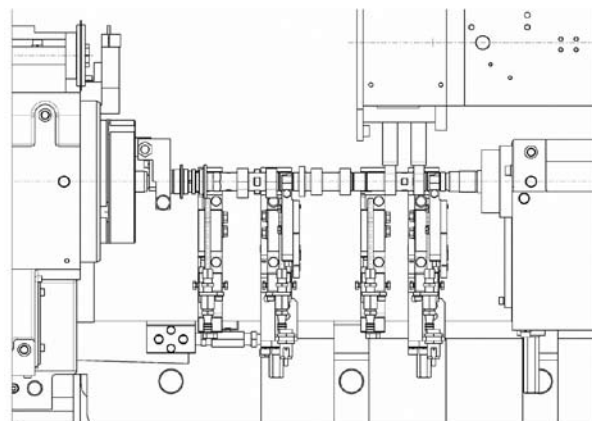


図11 展示内容  
Contents of Exhibition

参考文献

- 1) 吉見隆行, 森田浩, 山田泰平: 豊田工機技報 vol.46 no.1 (2005) 1.

筆者



山口智史\*  
S. Yamaguchi

\* 工作機械・メカトロ事業本部 商品開発部