

# GL32M-63 CBN 円筒研削盤

## GL32M-63 CBN Cylindrical Grinder

牧内 明 A. Makiuchil

The GL32M grinds the cylindrical part of the crank camshaft that is one of the major components of automobile engines. Thanks to an autosizer mounted on the slide base and a traversing mechanism for the wheelhead, the machine has been engineered to occupy the least amount of floor space possible.

**Key Words:** Grinde,Cylindrical Grinder,Crankshaft,Camshaft,CBN Wheel,Orthogonal Truing Device,Slidebase-mounted Auto-sizer, VMS

### 1. はじめに

近年中国、インドといったアジア諸国の経済は目覚ましい発展を遂げており、移動の手段が自転車から自動二輪へ、自動二輪から自動車へと移行してきている。自動車産業は競争が激化する中、生産部門における最大の課題はマーケットの嗜好の変化に俊敏に対応するため、生産ラインの柔軟性を確保することである。そのためには、ラインの稼働率を上げるための混流化や生産ライン変更を容易にする設備の汎用性が必要になる。また、コスト競争が激化する中、地価の高い国内においては設備もよりコンパクトにし、単位床面積あたりの生産効率を向上させることが、コスト削減の重要なアイテムになっている。一方、東南アジアなどの海外拠点においても、マシン間での工作物の搬送は作業者の手で行われることが多く、間口の狭い設備を導入して、作業者の移動歩数を少なくすることが生産性向上に大きく影響する。このような背景にもかかわらず、エンジンラインに導入される円筒研削盤は、汎用の生産型円筒研削盤をベースにエンジンライン用にアレンジされることが多く、そのほとんどがテーブルトラバース型のマシンであった。

テーブルトラバース型のマシンは間口が大きくなるため、ライン全長が長くなる傾向がある。またテーブルにはケーブルベア等の配線、配管の取回しがあるため、ツーリング改造に時間がかかり、生産ライン変更にとまらぬ柔軟性に課題もあった。

今回、自動二輪から自動車の比較的小型のクランクシ

ャフト及びカムシャフトの円筒、端面部の加工に特化し、汎用円研ベースの設備に置き換わる、工作物にふさわしい最適設備、シンプル、スリム、コンパクトなエンジンライン用円筒研削盤を開発したのでここに紹介する（図1）。



図1 GL32M-63 CBN 円筒研削盤  
GL32M-63 CBN Cylindrical Grinder

### 2. 開発のねらい

開発のねらいを以下のように定めた。

#### 2.1 しっかり高速／高精度

- (1) 砥石台送りの高速化 50%UP (対 GL5H)
- (2) ビビリレス高剛性3点支持ベッド

- (3) 間接定寸精度向上
- (4) 高速広幅 CBN 砥石での 1 プランジ高能率加工
- (5) 直交ツルーイング技術を用いた高能率端面加工

## 2.2 フレキシブル

- (1) 全 CBN 砥石、シングル砥石で高速インデックス研削
- (2) ダイレクトドライブ両側駆動主軸台
- (3) コンパクト NC 振止
- (4) スライドベース取付定寸

## 2.3 スモール／スリム

- (1) 省スペース
- (2) 踏台レス

## 2.4 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

## 2.5 保守・保全／信頼性

- (1) プラットホーム共通化
- (2) VMS を活用した保守保全の見える化システム  
「次世代 HMI」

## 3.1 高速 / 高精度

### 3.1.1 砥石台送りの高速化

ジャーナルを高速に加工する場合、加工時間のみならず、砥石割出時間、砥石台前進時間など非研削時間も短縮する必要がある。特にクランクジャーナル加工の場合カウンタウェイト部とジャーナル部との径差が大きいため、各ジャーナルへの割出後の砥石台前進時間が長くなる。

本機は 3DCAD や CAE などの手法で、砥石台の軽量化に徹底的に取り組み、送り速度の 50% 向上を図った (図 2)。

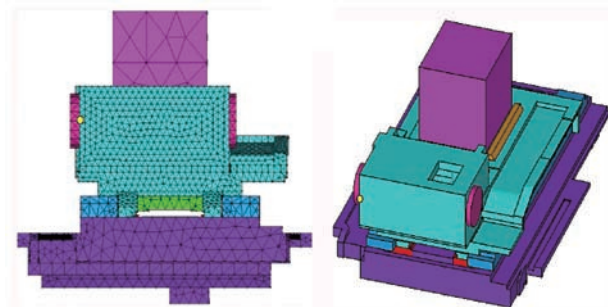


図 2 砥石台構造解析  
Structural Analysis of Wheelhead

### 3.1.2 ビビリレス高剛性 3 点支持ベッド

ベッド変形を解析し円筒研削に対する十分な剛性を確保している。技術的内容は GC20M-63 製品紹介で詳しく説明しているのここでは割愛させて頂く。

### 3.1.3 間接定寸精度向上

本機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ベッド铸件との間にエアギャップを設けた。

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、また間接定寸精度が向上した。

### 3.1.4 広幅 CBN 砥石での 1 プランジ加工

クランクフロント部の CBN 砥石での加工は従来マルチプランジ+トラバース加工で行っており、加工に時間がかかっていた。本機は高剛性砥石軸を採用し、120M の高周速で、60mm 幅までの広幅 CBN 砥石に対応可能とし、1 プランジでの高能率加工を可能とした。広い砥石幅が使えることで、マルチ砥石や 1 台の機械でフロント部とリヤ外径を研削するといった使い方が可能となった。

### 3.1.5 直交ツルーイング技術を用いた高能率端面加工

直交ツルーイング技術とはストレート砥石で研削焼けのない高能率研削加工を実現するための新技術である。本機では、この直交ツルーイング技術を応用したツルーイング装置を初めて搭載した。

これにより、研削抵抗が低減し研削焼けのない高能率端面加工が可能となった。またツルーイングインターバルも格段に向上しツールコスト低減に大きく貢献可能となった (図 3)。

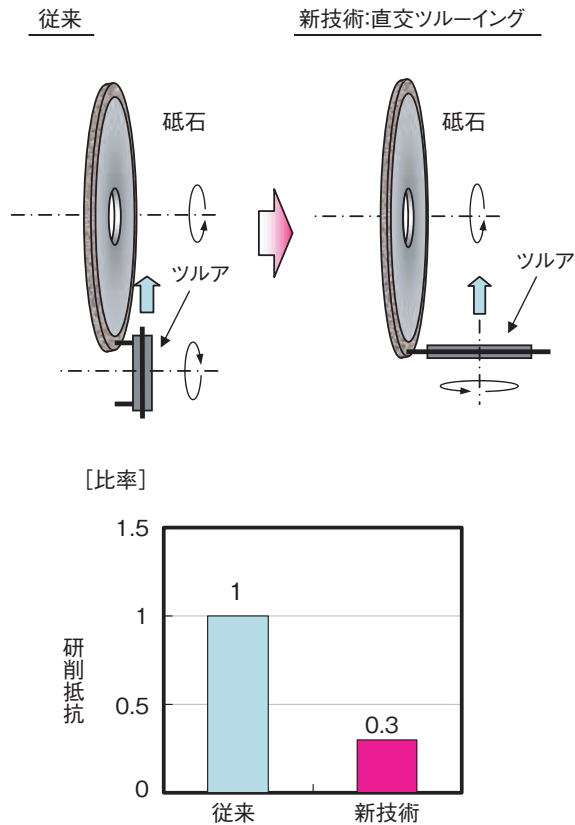


図3 直交ツルーイング  
Orthogonal Truing

### 3.2 フレキシブル

#### 3.2.1 全CBN砥石, シングル砥石で高速インデックス研削

従来のエンジンラインの円筒研削工程、特にクランクシャフト工程では、工程ごとに様々な円筒研削盤が使用されてきた。例えば、フロント・リア加工ではGL6Aの普通砥石仕様機、スラスト工程ではGL5P CBN仕様機、ジャーナル工程はGL6P CBN仕様機という具合である。

しかしフレキシブルなライン構成を考える場合、1種類の機械で全ての工程がまかなえることが望ましい。

本機は全CBN砥石、シングル砥石で高速インデックス研削をすることで全ての工程を加工することができるように考慮した(図4)。

■例)クランクライン (従来)

工程	フロント	リア	スラスト	ジャーナル	ピン
機種	GL6A-63	GL6A-63	GL5P-63	GL5P-63XGM63	GV70B又GF50M
A/P	アンギュラ	アンギュラ	プレーン	プレーン	プレーン
砥石	普通砥石φ610	普通砥石φ760	CBN	CBN	CBN
外観					

工程	スラスト	ジャーナル	ピン
機種	GL32M-63		GF32M-63
A/P	プレーン		プレーン
砥石	CBNφ350		CBNφ430
外観			

図4 全CBN砥石, シングル砥石で高速インデックス研削  
High Speed Index Grinding with Single Whole-CBN Wheel

#### 3.2.2 ダイレクトドライブ両側駆動主軸台

両側駆動主軸台はダイレクトドライブ方式を採用した。

これにより、機構がシンプルになり、ベルト切れ等の不具合がなくなった。また主軸も高速に回転できるため、工作物1回転当りの砥石切込み量が小さくでき、高エネルギー研削が達成できる。

主軸のラムは両側ともNC軸で長手移動でき、心間長さ調整や工作物の長手位置変更にもフレキシブルに対応できる。

#### 3.2.3 コンパクトNC振止

NC振止は従来、大型であったため、主に大型機のクランクジャーナル研削用に用いていた。今回小型化を図ることで小型クランクだけでなくカムジャーナル加工にも十分対応可能となった。

この振止と両側駆動主軸台と組み合わせることで、テーブル上から油気圧動作の装置を全て排除でき、シンプルで、フレキシブルなツーリングが構築可能となった。

#### 3.2.4 スライドベース取付定寸装置

従来、ジャーナル等をインデックス研削する場合、テーブルトラバース機を用いてベッド固定の定寸装置を取付け、全ジャーナル直接定寸研削をしていた。このため、マシン幅が大きくなり、ラインが長くなる原因となっていた。本機では、新開発のスライドベース取付定寸装置

を採用した。

これにより、砥石台トラバース機でもインデックス定寸研削が可能となり、マシン幅を小さくすることを可能にした。

### 3.3 スモール／スリム

#### 3.3.1 省スペース

砥石台トラバースの採用および、振れ止めの小型化、CBN 砥石径のミニマム化によりフロアスペースを従来機 (GL6-63) に対し 50% 削減した (図 13 機械配置図参照)。

#### 3.3.2 踏み台レス

センタハイト 1 000mm、工作物中心奥行 400mm とし踏み台を不要とした (図 5)。また、接近性を向上させることで手動搬入出を可能とした。

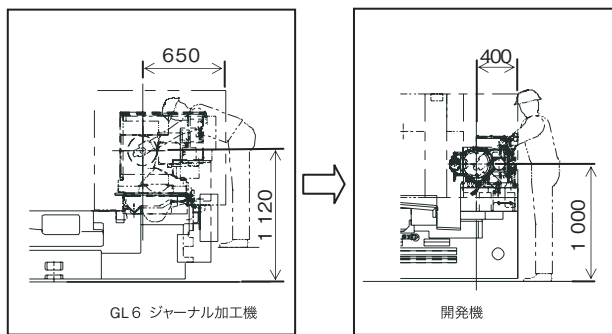


図5 踏み台レス  
Free of Stepping Stand

### 3.4 シンプル／壊れにくい

ツーリング部のみを密閉カバーでおおい、電装品・ベルトをオープンエリアにし、信頼性を向上させた。技術的内容は GCM20-63 製品紹介で詳しく説明している。

### 3.5 保守・保全／信頼性

#### 3.5.1 プラットホーム共通化

本シリーズの研削盤、GL32M (円研)、GF32M (ピン研)、GC32M (カム研) はすべて同一の高剛性 3 点支持ベッドを採用している。さらに砥石軸、トラバース送り、ツーリング装置など重要ユニットも可能な限り共通化した。このようにプラットホームを共通化することで、機種間での流用部品が非常に多くなった。

この結果、砥石交換作業など作業者の使い勝手や保守、保全作業が統一化された。さらにラインでの保守部品の在庫削減や種類削減を可能としている。

### 3.5.2 VMSを活用した保守保全の見える化システム「次世代 HMI」(オプション)

インタフェースから人と機械のコミュニケーションツールへと進化させるため、操作盤に 3D グラフィックを装備し究極の見える化を実現した (図 6)。

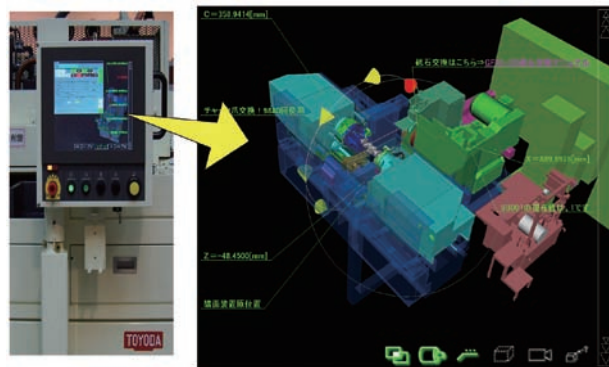


図 6 操作盤に 3D グラフィックを装備した例  
Example of Operation Panel with 3D Graphic Display

#### (1) 機械の運転状態の「見える化」

##### —3D マシンモニター—

機械の動作状態をリアルタイムに 3D シミュレーション表示することにより、カバーなどで見えない箇所をスケルトン表示し中を見ることができるようになった。同時に、ラダー回路、サイクル線図 (図 7)、NC プログラムを表示することにより、機械の動作状態をより深く知る事ができる。操作盤の状態表示例を図 8 に示す。



図 7 サイクル線図モニタ  
Monitor of Circuit Diagram



図 8 操作盤の状態表示例  
Example of Operation Panel Status Display

- (2) 異常個所の「見える化」  
—3D 異常ガイダンス—

文字情報だけでなく、3D グラフィックで表現された機械の中の部品が点滅して異常個所を指示するようにした。気圧異常時の 3D 異常個所特定表示の例を図 9 に示す。



図 9 3D 異常個所特定表示の例  
Example of 3D Fault Locating Display

- (3) 保全作業の「見える化」  
—3D 保全マニュアル—

交換作業の効率アップ、操作ミス、単純ミスを低減させるため、3D グラフィックスを用いて、作業者が「見たい角度」で「見たい倍率」で「見たいところ」を見る事ができるようにした。また、言葉ではなかなか伝わらない事、例えば砥石交換作業(図 10)時、アニメーション化する事で、作業の伝わりが早く確実なものになる。

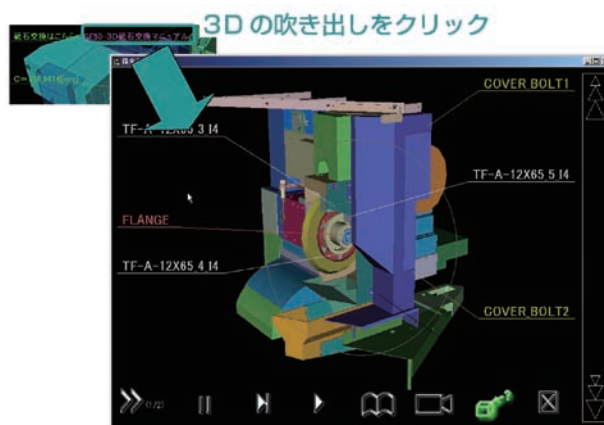


図 10 砥石交換の例  
Example of Grinding Wheel Change

- (4) 消耗部品の「見える化」  
—3D 交換予報ガイダンス—

今まで、数多くの消耗部品は交換個所を見つけるまでに時間を要する事態が発生した。

そこで今回、使用回数、交換個所を 3D で警告表示することによりこの問題を解決した。チャック爪交換予報の例を図 11 に示す。

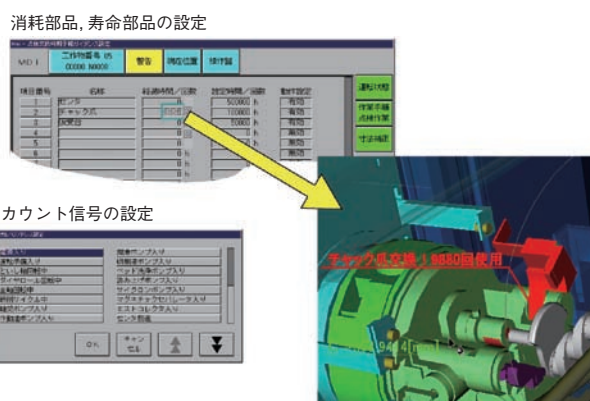


図 11 チャック爪交換予報の例  
Example of Chuck Jaw Change Forecast

- (5) ハンドル動作方向の「見える化」  
—3D ビジュアルハンドル—

ハンドルモードにて、動作させたい軸の方向を 3D で表示させた(図 12)、コーン(三角錐)の向きが + 方向でスクロールすることで、視覚的にすぐに判断できる。

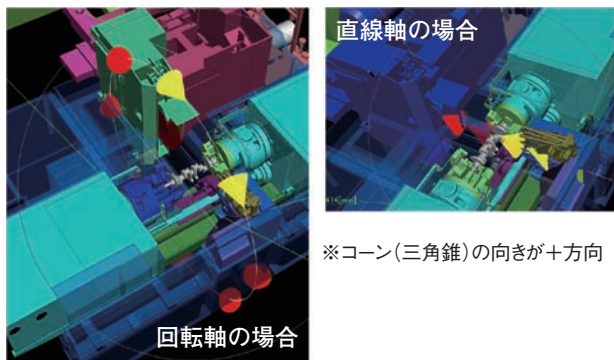


図12 3Dビジュアルハンドル  
3D Visual Handle

#### 4. 主な仕様

表1 主な機械仕様

Major Machine Specifications

●機械仕様

項目		GL32M-63	項目	GL32M63
テーブル振り	mm	φ320		回転軸
センタ間距離	mm	630	センタ	MT.NO.4
センタ高さ	mm	1 000	最高回転数	min <sup>-1</sup> 1 000
研削直径	mm	φ10~φ200	最小設定単位	度 0.0001
		CBN	砥石軸	kW 15(22(4P))
砥石	外径	mm φ350	グライドル	kW 1(2P)
	最大幅	mm 60	砥石軸受	kW 2.2(4P)
	周速度	m/S 80(120)	作動油ポンプ	kW 0.75(4P)
		V平砥石	潤滑ポンプ	kW 0.2(4P)
砥石台	早送り速度	m/min φ30	電源電圧	V 200
	最小設定単位	mm φ0.0001	軸受油	L 80
砥石台		V平砥石	タンク容量	作動油 L 20
	早送り速度	20	潤滑油	L 20
	最小設定単位	0.0001	正味質量	kg 10 500
心押台	INC自動心間			
	センタ	MT.NO.4(5)		
	NC行程	mm 190		

#### 5. 機械配置

図13にクーラントタンク仕様の標準機械配置を示す。

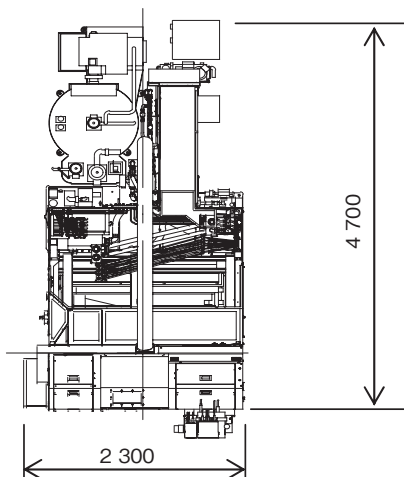


図13 機械配置  
Machine Layout

#### 6. 展示内容

展示機のツーリングを図14に示す。

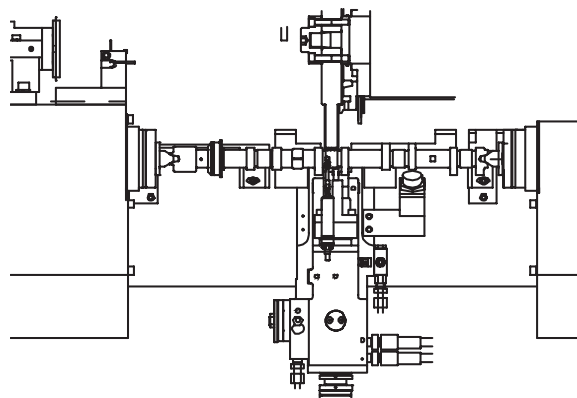


図14 出品機のツーリング  
Tooling on the Exhibited Machine

筆者



牧内 明\*  
A. Makiuchi

\* 工作機械・メカトロ事業本部 商品開発部