

C6030 汎用精密 センタレス研削盤

C6030 High Precision Centerless Grinding Machine

久保幸人 Y. KUBO

We have newly developed the C6030 centerless grinding machine, one of our C60 series machines. We have developed this C60 series centerless grinding machines to replace our current main KC series with $\phi 610\text{mm}$ grinding wheel. We have designed this C60 series to extremely improve the performance and our customers productivity by integration of new technologies and reliable fundamental technologies, being developed for the KC series.

Key Words: centerless grinding machine, static stiffness, thermal distortion, dynamic stiffness

1. はじめに

光洋機械工業（以下、当社と称す）はセンタレス研削盤を、お客様の多様なニーズにこたえるため、砥石径 $\phi 150\text{mm}$ $\times$ 砥石幅 50mm の小型機から砥石径 $\phi 610\text{mm}$ $\times$ 砥石幅 800mm の大型機まで幅広いバリエーションを揃えてお客様に提供している。このうち、センタレス研削盤における近年のトレンドは、CBN ホイールを用いた小型設備への需要が増加しているものの、普通砥石から CBN ホイールへのシフトを実感させるものではなく、砥石径 $\phi 610\text{mm}$ 普通砥石への依存は依然根強い。



図1 C6030 センタレス研削盤
C6030 Centerless Grinding Machine

このような状況をふまえ、砥石径 $\phi 610\text{mm}$ センタレス研削盤の中で、特に汎用性の高い砥石幅 $205 \sim 405\text{mm}$ の3機種をフルモデルチェンジし、今回、新たにC60シリーズとして開発した。その概要を、今回、日本国際工作機械見本市 JIMTOF2008 に出品の砥石幅 305mm の機種 C6030 を中心に紹介する（図1）。

2. センタレス研削盤の特長

センタレス研削盤の加工部は、研削砥石、調整車、およびブレードから成り、工作物は研削砥石と調整車の間にあって調整車の外周面とブレード頂面で構成されるV形状面で支持される（図2）。

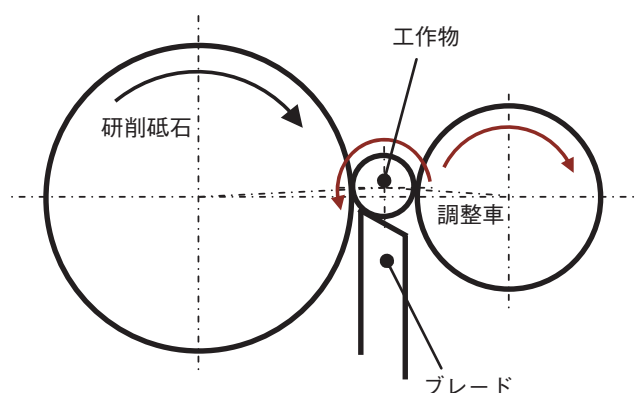


図2 センタレス研削盤の構成
Configuration of centerless grinding machine

研削砥石により工作物が研削されると工作物に回転駆動力が発生するが、このとき、工作物は調整車との摩擦力で制動されることにより、研削砥石の周速とは独立して調整車の周速でゆっくりと回転する。

センタレス研削盤の特長としては、

①工作物の外周全面を支持しているため工作物の支持

剛性が高く、高精度・高能率研削が可能

②工作物の真円度を大きく改善

などが挙げられ、低コスト・高精度の量産加工に幅広く使用されている。図3にセンタレス研削盤の主な加工方式を示す。

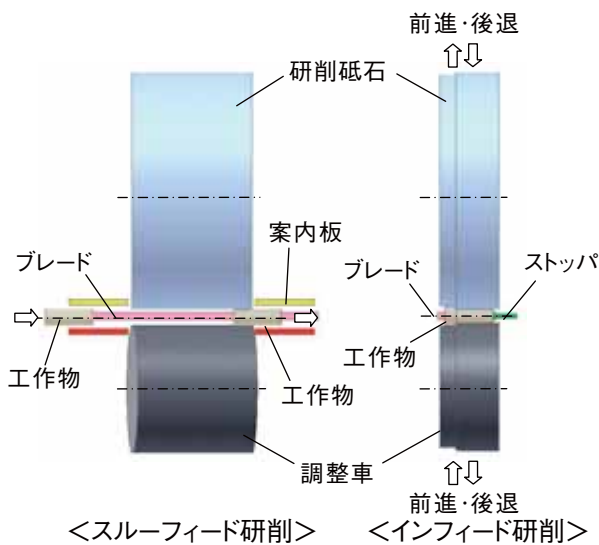


図3 センタレス研削盤における加工方式
Grinding methods of centerless grinding machine

3. 開発のねらい

C60シリーズの前身機種はKCシリーズである。KCシリーズは当社センタレス研削盤における主力機種であり、砥石径 $\phi 610\text{mm}$ ×砥石幅205～800mmまでの豊富なバリエーションを揃えており、現在までに1000台以上の納入実績を誇っている。このKCシリーズは、過去20数年の間、本体仕様の追加や改良を重ね、その上、ローディング装置や搬送装置などの付帯装置も開発し、完成度の高いシリーズとなっている。今回開発のC60シリーズでは、近年の研削盤開発過程で発展させてきた高精度化技術と、KCシリーズにて培ってきた基幹部分の信頼性を融合させることにより、将来を見据えた飛躍的な性能向上を図った。

本報では高精度化技術に的をしぼり、本機（以下、開発機と称す）の特徴を述べる。

4. 開発機の特徴

センタレス研削盤の設計で考慮すべき点としてC型構造と呼ばれる構造上の問題がある。図4にその構造を示すが、構成要素である研削砥石および調整車がそれぞれ研削砥石台および調整車台に回転自在な状態で支持されており、研削砥石台と調整車台はその下部にてベッドを介してつながっている。工作物はCの開口部において研削されるので、高精度な研削加工を行うためには、機械の静剛性・熱変位・動剛性に対して、C型構造による影響を抑えることが鍵となる。

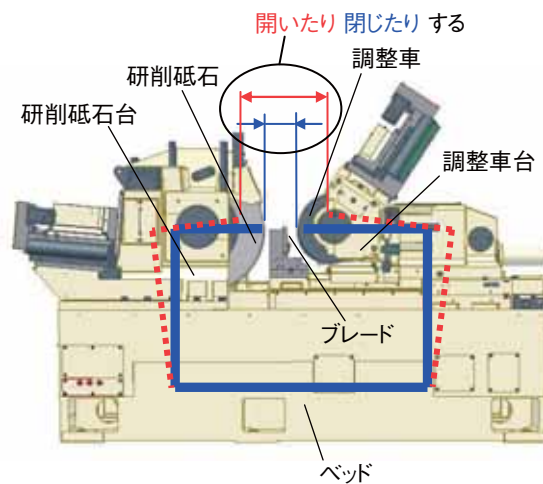


図4 センタレス研削盤の構造
Structure of centerless grinding machine

4.1 静剛性向上

開発機ではベッドをはじめとする構造体のリブ配置を研削負荷に対して適正化した。これにより図6に示すように従来機比1.4倍以上の剛性向上を実現しており、これは当社センタレス研削盤の中でも最大値となっている。

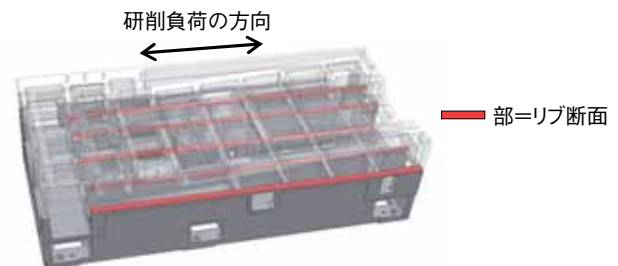


図5 C60シリーズのベッドリブ構造
Rib design of C60 series bed

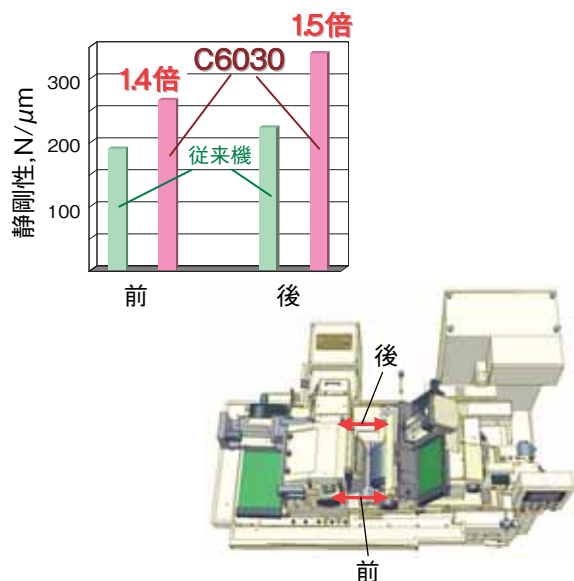


図6 研削砥石軸—調整車軸間剛性評価

Comparison of stiffness between grinding wheel and regulating wheel

4.2 熱変位低減

当社センタレス研削盤では、従来からベッドの熱変位対策として断熱クーラントパンを標準装備し、研削熱を取り込んだクーラントが直接ベッドに触れないようにしている。

開発機では、これをさらに発展させた多層クーラントパン構造（図7）を採用し、クーラントを直接ベッドに触れさせることなくクーラントパン（上層）で受け止め、流路の高低差を利用することでクーラントを機内に滞留させることなく一気に機外へ排出する構造としている。

この構造は、前述の静剛性向上にも寄与しており、その他、軸受部などの自己発熱による熱変位を抑える工夫とあわせて、従来機比1/2の寸法変化を達成している。

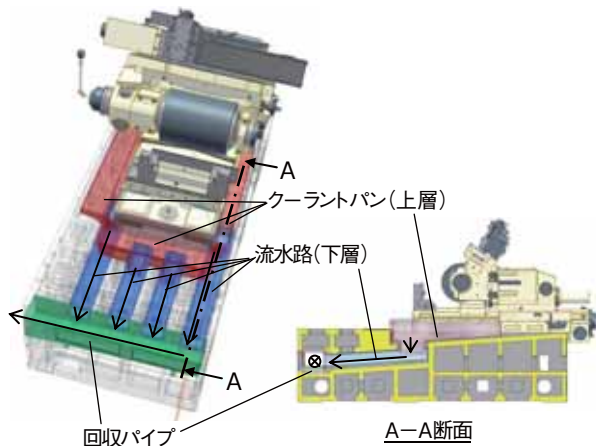


図7 多層クーラントパン構造

Structure of Multi layer coolant passage

4.3 動剛性の改善

センタレス研削盤は研削砥石だけでなく、センタレス研削加工の基準として工作物を回転駆動する調整車も機上にて形状修正する機能を持っている。これをそれぞれ研削砥石ドレス装置および調整車ドレス装置と呼ぶ。

機械の動剛性改善面では、従来、構造体の材質や構造を見直すことで、減衰性の向上を図ってきた。開発機では、さらに、研削砥石および調整車をより円く形状修正することにより研削加工時の工作物挙動を安定させ、加工に起因する振動抑制のため、ドレス装置の高能率・高精度化に取り組んだ。

4.3.1 研削砥石ドレス装置

当社では、センタレス研削盤用幅広 CBN ホイールの高精度・高能率ツルーイングに取り組んでおり、この数年でドレス装置の開発とあわせて改良を進めてきた。開発機ではこの CBN ホイール対応ドレス装置を搭載している。図8に開発機と従来機の静剛性測定結果、図9に CBN ホイールでのツルーイング性能評価結果を示す。

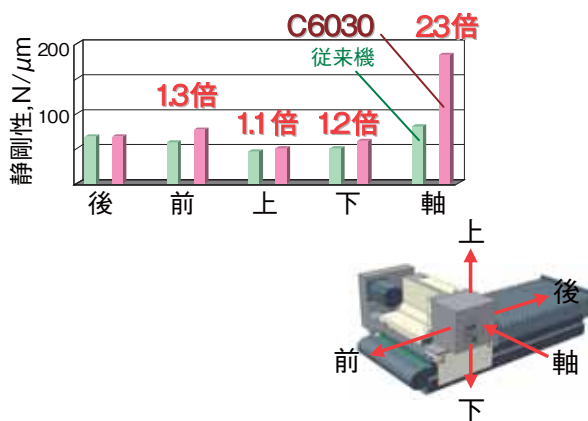


図8 静剛性測定結果

Static stiffness measurements

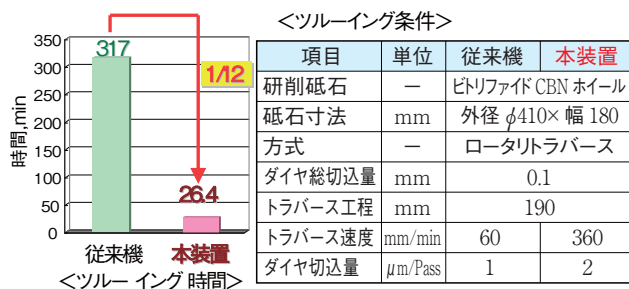


図9 CBN ホイールでのツルーイング性能

Truing performance on CBN grinding wheel

4.3.2 調整車ドレス装置

センタレス研削加工の基準となる調整車は、研削砥石に比べてより精密な形状精度が要求され、この形状精度が工作物の精度を左右する。開発機では KC シリーズでは備えていなかったロータリドレス装置を新たに開発し、お客様の要望によりポイントドレス装置、あるいはロータリドレス装置を選択して搭載できるようにした。図 10 にロータリドレスによる効果を示す。

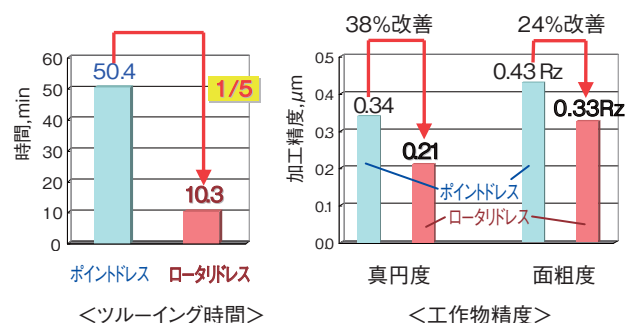


図 10 調整車のロータリドレスによる効果
Advantage of regulating wheel rotary dresser

4.4 本体仕様

C60 シリーズの機械仕様を表 1 に示す。

表 1 機械仕様
Machine specifications

	項 目	単位	C6020	C6030	C6040
研削能力	加工径	mm	φ1.6 ～ φ120		
	インフィード加工長	mm	205 (*1 255)	305 (*1 355)	405 (*1 455)
研削砥石	寸法／外径×幅	mm	φ610 × 205(*1 255)	φ610 × 305(*1 355)	φ610 × 405 (*1 455)
	最小径	mm	φ470		
	軸受構造	－	転がり軸受で片持ち	転がり軸受で両持ち	
	最大周速度	m/min	3 000 (*2 3 600)		
	モータ容量	kW	15, 22, 30, 37, 45, 55		
調整車	寸法	mm	φ330 × 205 (255)	φ330 × 305 (355)	φ330 × 405 (455)
	最小径	mm	φ280		
	軸受構造	－	両持ち転がり軸受		
	駆動方式	－	AC サーボモータ＋ウォーム減速機		
	回転速度	min ^{－1}	1 ～ 300		
	モータ容量	kW	5 (AC サーボモータ)		
機械寸法		mm	2 895 (W) × *3 2 200 (D) × 1 750 (H)		
機械質量		kg	8 900	9 000	9 200

*1 7号 両へこみ型 *2 CBN ホイール対応
*3 (D) 寸法はモータ容量により変わります

5. おわりに

製造業において、材料費の高騰が深刻な問題となっているが、当社としても自社製造工場内においては、モノづくりのプロセスを改善し続けることで製品価格への転嫁を可能な限り抑制する努力をしている。一方、設備メーカーとしては、お客様での生産性向上に貢献していくという観点から、「モノを砥石で削る」という研削盤本来の仕事以外の時間(暖機運転、工作物の運搬、ドレス時間、段取り時間 など)を無駄な時間と捉え、これらをいかに減らすかということにも鋭意取り組んでいる。今回開発した C60 シリーズでは、その方向性を示せたものと考えている。

今後も、お客様での生産性向上を念頭に置き、満足して使っていただける技術や製品を開発し、提供していきたい。

参考文献

- 1) 久保幸人：Koyo Engineering Journal, no.164 (2003) 57.

筆者



久保幸人*
Y. KUBO

* 光洋機械工業株式会社
工作機械・メカトロ事業本部 開発技術部