

B4 Machining

高精度量産加工に最適な歯車研削盤 「GSGT260」

"GSGT260" High-performance Gear Grinding Machine Optimized for High-precision and High-efficiency Mass Production Machining

キーワード | 歯車研削・創成研削・高精度・研削技術・歯あわせ
非加工時間・省スペース

工作機事業部／工作機技術部

布村 一洋 Kazuhiro Nunomura

要 旨

近年、電気自動車の普及に伴い、歯車部品の製造工程では高精度化や高能率化の要求が高まり、熱処理後の形状精度の悪化を改善する歯車研削加工による仕上げ加工のニーズが高まっている。

自動車用減速機や産業機械分野をターゲットに、高精度で低コストに歯車部品の量産加工を実現する、高性能 歯車研削盤を新たに開発した。

この歯車研削盤は、高精度・高能率は当然ながら広い加工範囲を持ち省スペースで、環境面でも省エネに配慮された、NACHIの持つ歯車設計技術と研削加工技術を集結した加工システムである。

Abstract

Recently, with popularity of electric vehicles, demand for high-precision and high-efficiency processes has increased for the manufacturing of gears. The needs have been increasing for gear grinding as a finishing process because of its restoring capability of accuracy in forms that are distorted by heat treatment.

NACHI has newly developed a high-performance gear grinding machine, “GSGT260” that can realize high-precision gear grinding for mass production with a lower cost. It is designed to target the markets of automobile reduction gears and industrial machinery.

Not only high-precision and high-efficiency but also energy-saving in the environmental area and space-saving even with wide machining range are considered for this gear grinding machine. This gear grinding machine is the machining system in which NACHI’s gear designing technology and grinding technology are concentrated.

1. 高性能 歯車研削盤 開発の背景

世界の自動車市場を取り巻く環境は、電気自動車の普及に伴い、100年に一度といわれる大変革期を迎えている。自動車が電動化に向かうことで、室内空間の静粛性が要求され、これまで以上にノイズや振動の低減が求められてくる。電気自動車の減速機に使用される歯車部品も同じように、より高精度化が要求されるため熱処理後の形状精度の悪化を改善する歯車研削加工による仕上げ加工のニーズが高まっている。

今般、自動車用減速機や産業機械分野をターゲットに、高精度で低コストに歯車部品の量産加工を実現する、新たに開発した高性能 歯車研削盤「GSGT260」を紹介する。(図1)



図1 高性能 歯車研削盤「GSGT260」

2. 高性能 歯車研削盤「GSGT260」の特徴

量産加工向けの歯車研削盤は、ねじ状砥石を使用して歯面を研削する創成研削加工が主流で、ねじ状砥石と被加工歯車が高速で同期回転することにより、高精度で高能率な歯車研削加工を実現している。

高性能 歯車研削盤「GSGT260」の主要諸元を、表1に示す。

表1 「GSGT260」の主要諸元

対象ワーク Target workpiece	最大モジュール Max. module	m4
	最大外径 Max. outer diameter	φ260mm
	最大長さ Max. length	220mm
使用砥石 Grind wheel	最大外径 Max. outer diameter	φ300
	最大幅 Max. width	160mm
砥石軸 Wheel axis	最高回転数 Max. R.P.M.	8,000min ⁻¹
	旋回角度 Index angle	+45° ~ -90°
ワーク軸 Workpiece axis	最高回転数 Max. R.P.M.	3,000min ⁻¹
ドレス軸 Dress axis	最高回転数 Max. R.P.M.	6,000min ⁻¹
非加工時間 Non-grinding time	[m3.0 φ105 歯数 No. of teeth 31 幅 Width 40]	6.0sec
	ローダ仕様 Loader specifications	2アームローダ(2軸NC) 2-arm loader(2-axis NC)
機械の大きさ	所要床面積 Floor space	W2,266mm×D5,709mm
加工プログラム修正機能 Machining program correction function	歯形圧力角、歯すじ方向性、クラウニング、面性状、など Tooth profile pressure angle, Tooth lead direction, Crowning, Surface quality, etc.	

1) 高精度加工

歯車の加工精度は通常、歯形や歯すじの形状誤差とピッチ誤差で評価し、1μm単位の微小な凹凸も歯車がかみあう時のノイズや振動に影響を与えることになる。本開発機は、高精度・高剛性・高耐久性のスピンドル構造を採用、あわせて砥石スピンドルとワークスピンドルの

高速同期回転制御の状態監視とフィードバック制御による精度管理で歯車の高精度化を実現し、歯面の面性状の向上によりノイズや振動を低減させることができる。(図2、図3)



歯車諸元:m2.33
歯数 48
ネジレ角 21.5°
歯幅 20
リングギヤ

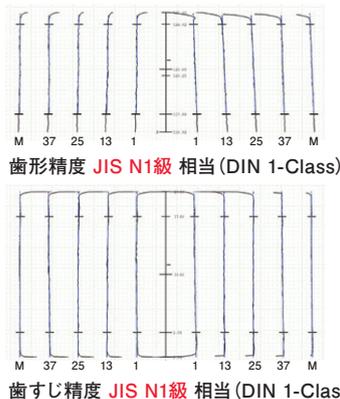


図2 加工事例1



歯車諸元:m2.27
歯数 16
ネジレ角 25°
歯幅 45
シャフトギヤ

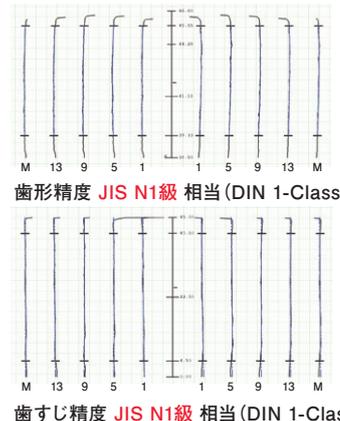


図3 加工事例2

2) 高能率加工

歯車研削盤では、実際に研削加工を行なう時間以外に、被加工歯車の着脱時間やねじ状砥石と被加工歯車の位相あわせ時間、ねじ状砥石のドレス時間などの非加工時間がある。生産性の向上を実現するためには、この非加工時間の短縮が必要になる。

非加工時間の短縮のため、本機は2軸NCローダー機構の採用による高速ワーク入替、また、位相あわせには非接触センサと高速データ演算ユニットを搭載し、高速でのワーク位相あわせ(約1秒)を実現、非加工時間を最小限までに短縮した。また、研削加工時間については、高出力で高剛性なスピンドル構造により、単位時間あたりの粗研削量を増大させることで、高能率加工を実現した。(図4)

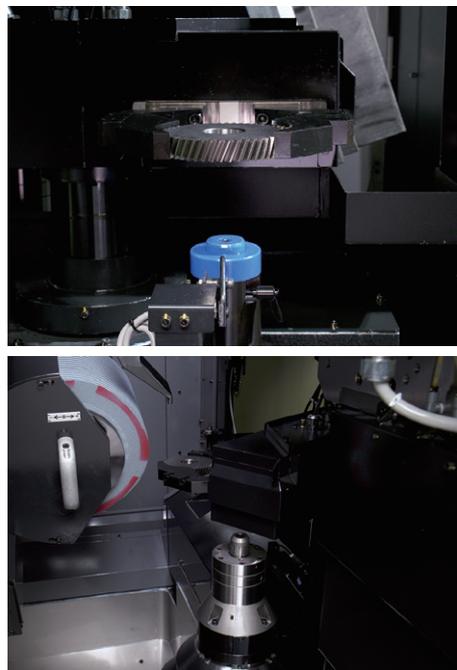


図4 高速ローダー

3) 省エネ、省スペース

高性能な設備仕様でありながらコンパクトな構造設計を行ない、他社同等品と比較してマシン幅と設置面積を約40%削減、設備高さは約20%縮減し、空間体積では約50%の省スペース化を実現した。さらに、メンテナンスフリーのクーラントろ過システム採用や、インバータ制御によるクーラント装置の消費電力の抑制で省エネに大きく貢献できた。(図5)

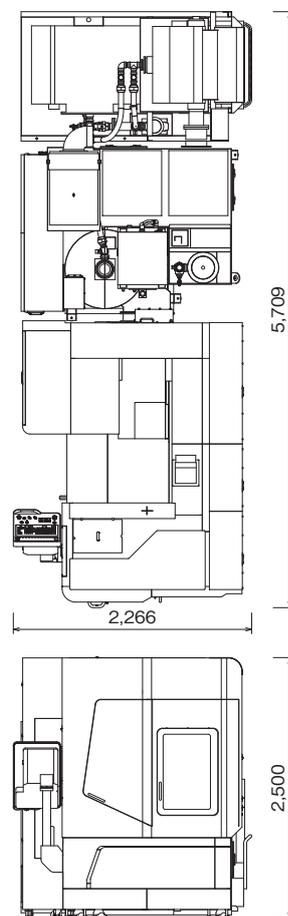
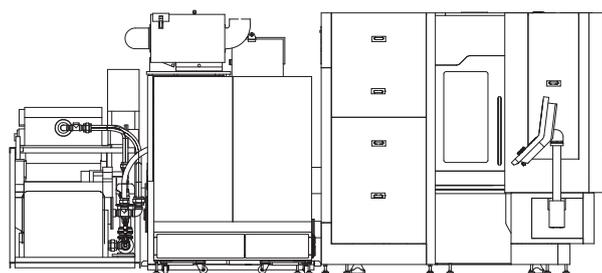


図5 レイアウト図

4) 広い加工範囲

自動車分野をはじめ、産業機械用にも幅広く対応させるため、最大モジュール4、外径φ20～260mmの歯車に対応できるように各軸のストロークを設定した。EVやHV用減速機の高速・高精度な量産加工や、産業機械用の大型歯車の高精度な研削加工にも対応することができる。

5) 操作性の向上

15インチの大型タッチパネルを採用し視覚的に分かりやすい画面とした。研削条件の設定は対話型の入力操作とし、簡単にプログラムを作成できるようにした。クラウニングやテーパなどの歯すじ補正、歯形の圧力角補正についても同様に、対話型の入力操作画面の構成とし、操作性を向上させている。(図6)

6) データの見える化

IoT技術を活用して、運転状態やサイクルタイム、加工した数量などの稼働状況や、モータートルク、モーター温度、スピンドルの同期誤差などの設備状態を、オフィスのPCやスマートフォンで見ることが可能で、IoTデータを利用して、生産性の向上や日常点検、予防保全を効果的に実施し、工場の生産管理に大きく役立つシステムを提供することができる。(図7)

7) 最適な研削加工条件の提案

歯車研削加工におけるお客様のニーズは、高精度、高能率、低コストなど多岐にわたり、これらに対応していく必要がある。歯車加工技術と研削加工技術で培ったシーズ技術をもとに、歯車研削盤で使用するねじ状砥石の設計から研削加工条件の設定までを一貫して行ない、最適なパフォーマンスを引き出せるようお客様に提案することが可能となる。(図8)

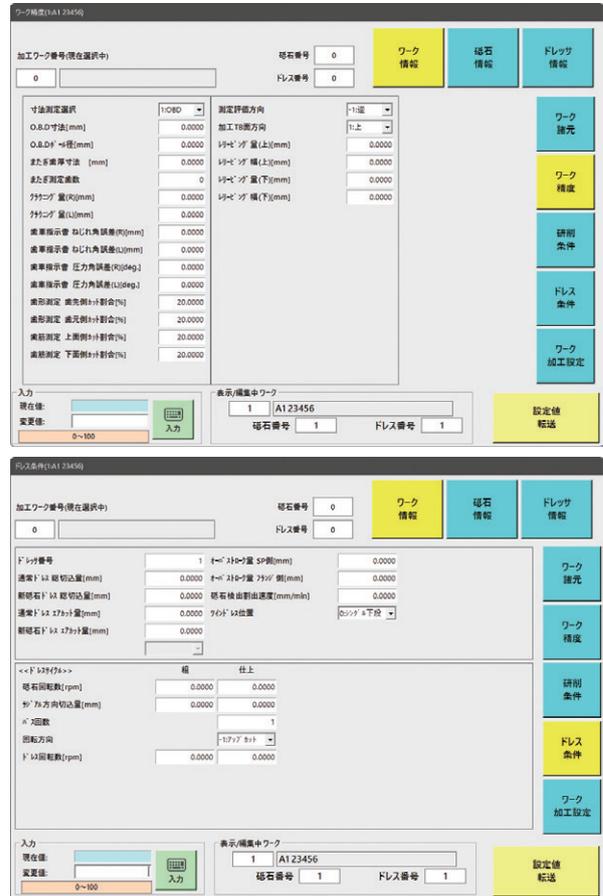


図6 対話画面

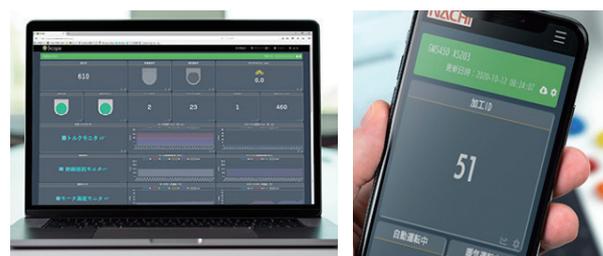


図7 見える化画面

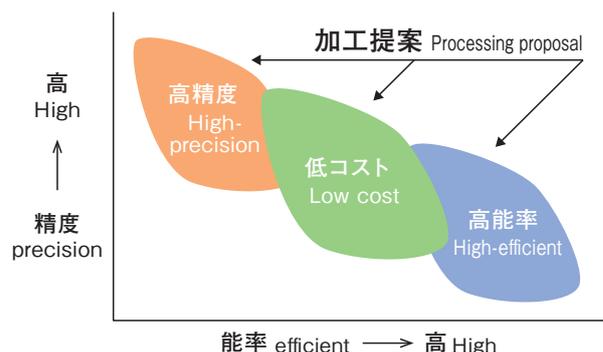


図8 最適な条件の提案

3. 今後の展開

自動車の電動化にともなう低電費・低騒音の要求は今後さらに高まり、自動車に使用される歯車には高精度化・高能率化が今以上に要求されると考える。

さらなる高精度化に向けては、バイアス修正機能やポリッシュ研削機能、加工支援アプリケーションを充実させることで対応していく。

また、環境面では労働人口の減少により作業者の確保が困難になっていくことが予想され、作業者の負担を軽減するために、段取り替え性の向上も早急に対応していく。

歯車の高精度化や生産性の向上、環境配慮に対して、お客様のニーズに応える商品になるようにさらなる開発をすすめていく。