

NACHI
**TECHNICAL
REPORT**
Machining

Vol. **25** B4
October/2012

マシニング事業

■ 新商品・適用事例紹介

工程集約型歯車加工機

「ギヤシェープセンタ GM7134」

Gear Shape Center GM7134

--- Process-intensive Gear Cutting Machine

〈キーワード〉 複合加工機・ワンチャック加工・ピニオンカッタ・
ギヤシェーパー・非加工時間短縮・省エネ・
省スペース・高精度化

工作機製造所／技術部／開発

四十物 禎晴 Sadaharu AIMONO

要 旨

近年、旋削機能と穴あけ、ミーリング機能を併せ持つ複合加工機や、同時5軸制御を行なう複合加工機が開発され市場投入されている。

歯車加工機でも複合化のニーズはあり、ピニオンカッタを使ったギヤシェープ加工と旋削加工、穴あけ加工の複合化を望む声が多く寄せられた。

今回、上記ニーズに応えるあらたな商品として開発した、工程集約型歯車加工機「ギヤシェープセンタ GM7134」をここに紹介する。

Abstract

In recent years, multi-functional machining machines such as the machine with lathing, drilling and milling functions and the machines with 5-axis simultaneous control have been developed and introduced into the market. A multi-functional gear cutting machine is also in need. Gear shaping machining using pinion cutter combined with lathing and drilling functions are much demanded.

In this article, Gear Shape Center GM 7134 of process-intensive gear cutting machine is introduced as it is developed as a new product of our machine tool business.

1. 歯車加工機への複合化の要求

中国などの新興国では、建設機械の需要が高く、そこに搭載される走行モーターや旋回台の減速機などに使用されるリングギヤは、ホブ加工できないインターナルギヤで、歯（モジュール）や径が大きく、ブローチ加工では対応できないサイズのものが多い。これら中型のリングギヤの多くはピニオンカッタを使ったギヤシェープで歯切り加工されており、高精度化や生産性向上が課題となっている。

課題解決の一つの方策が複合化である。その利点は、ワンチャックで加工することであり、工作物の着脱に伴う精度劣化を防ぐことや工作物の着脱時間や商品運搬などの段取り時間削減を図れることである。

今回開発した、「ギヤシェープセンタ GM7134」は外径φ700mmまでのリングギヤの加工が可能であり、従来は、NC旋盤、マシニングセンタ、ギヤシェープ3台必要だった工程を1台に集約できる。



図1 外観写真



2. ギヤシェーパによる歯車加工

ピニオンカッタを使った歯切り加工とは、工作物とカッタを理想的にかみあう2つの歯車として回転送りを与え、この理想回転にじゃまになる部分をカッタ下降時に削り取る加工法である。カッタには上下運動と所定の回転送りを与えられ、工作物にはカッタに同期した所定の回転送りを与えられる。

カッタの戻し(上昇)時には、リリーピングと呼ばれる逃し動作をカッタ側またはワーク側に与え、お互いに干渉しないようにする必要がある。つまり、カッタ上下運動と回転送り、工作物の回転送りとリリーピング運動がすべて同期した複雑な動きが要求される加工機である。

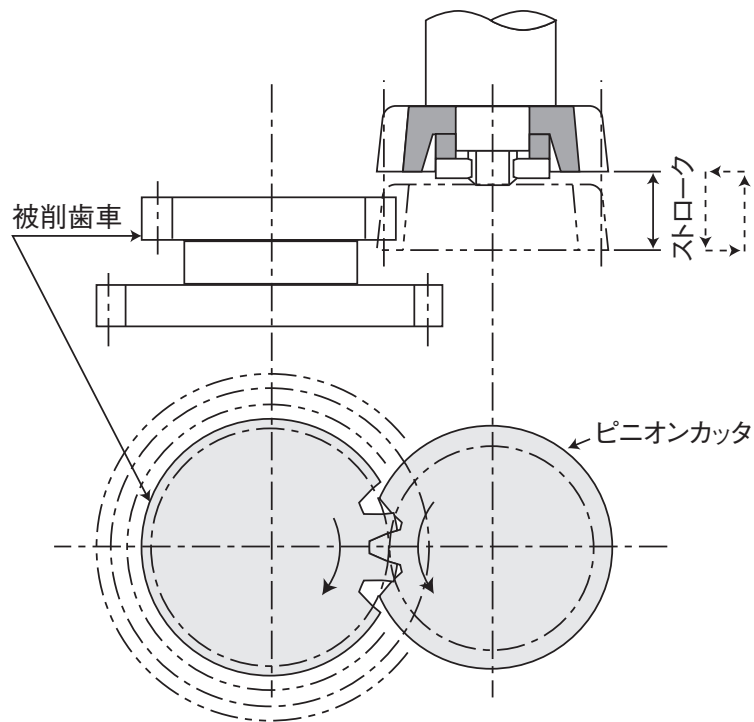


図2 ピニオンカッタの切削機構

3. 「ギヤシェープセンタ GM7134」の概要

外観モデルを図3に示す。門型立型マシニングセンタによく似た外観であり、シェーパ駆動部を搭載したスピンドルユニットとリリービング機能を搭載した回転テーブル、ATC装置、クーラント装置などから構成されている。

主軸シャク形状は2面拘束のBT50を採用し、旋削加工、歯切り加工などの重切削に対応。30本の工具を収納できるATCマガジンを標準装備している。

これは、一つの工作物の中での歯車諸元の異なる歯切り加工に対応できることを含め、多種多様な工作物と行程に対応できること、長時間無人運転が可能となることを意味する。

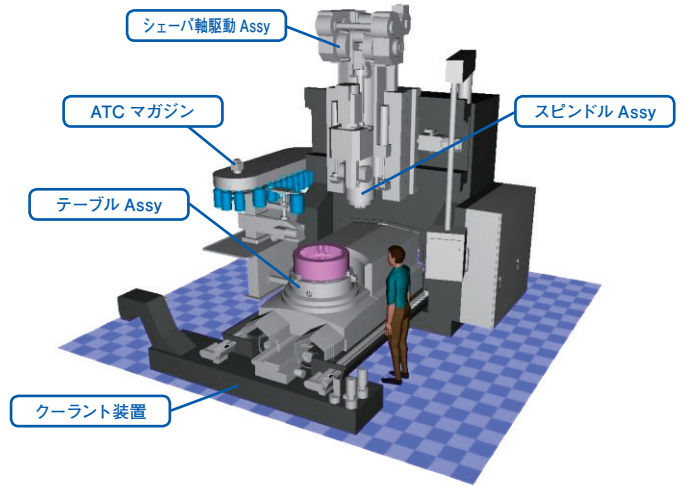


図3 外観モデル

4. 「ギヤシェープセンタ」の加工能力と仕様

ホブ加工や、ブローチ加工同様に、ギヤシェーパによる歯車加工も、その取り代の多さから重切削であるにもかかわらず、要求される加工精度(歯車精度)は厳しい。さらには生産性向上のための高速化の要求も強い。

「ギヤシェープセンタ GM7134」はギヤシェーパを

ベースに新開発。歯切りと穴あけを両立するスピンドルユニットと、旋削・歯切りを両立する回転テーブルにより、その加工能力は、ギヤシェーパ単能機やNC旋盤と比較しても十分な能力を有している。基本仕様を表1に示す。

加工能力	ワーク最大径	内歯	φ700
		外歯	φ700
	加工最大モジュール		m8
	最大加工歯幅		200mm
	最大カットストローク幅		230mm
テーブル	最大主軸ストローク数		30~300str/min
	歯切り工具		ピニオンカッタ
	直径		φ800
	最大回転力(30分定格)		2,352Nm
	旋削	回転数	300
主軸		電動機	26/22kw
	割出	回転数	8
		電動機	2.7
	フロアからテーブル上面までの距離		1,200mm
	主軸テーパ穴		BT50
ユニット	許容トルク(30分定格)		200
	旋削	回転数	3,000rpm
		電動機	15/11kw
	割出	回転数	40
		電動機	2.7
A.T.C.	左右移動量(X軸)		880
	上下移動量(Z軸)		350
	テーブル移動量(Y軸)		1,300mm
	送り速度(X/Y/Z共通)		15
ユーティリティ	工具収納本数		30
	工具選択方式		番地固定ランダム
所要スペース	総使用電力		94.2kVA
	機械の高さ		3,940mm
質量	所要床面積(幅×奥行)		4,080mm × 4,560mm
	正味機械質量(本体)		30,000kg

表1 基本仕様

5. 各工程で移動軸構成

各工程で動作させる軸構成を図4～6に示す。
これらの軸構成を切り替えることで、各加工に最適な制御を行なっている。

・旋削モード (図4)

旋削に必要な回転速度とパワーを発揮する旋削専用モーターを搭載した回転テーブルを前後方向(Y軸)に移動し、旋削用バイトを装着したスピンドルユニットを、上下方向(Z軸)に移動することで、内外径、端面などの旋削加工を行なう。この時、スピンドル側は回転しないよう強固にロックしている。

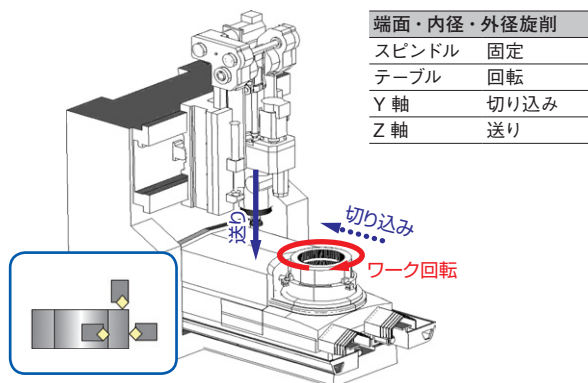


図4 旋削時の軸構成

・穴あけモード (図5)

旋削モードとはことなり、スピンドルの回転ロックを解除し、穴あけに必要な回転速度とパワーを発揮する穴あけ専用モーターでドリルやタップを回転させる。回転テーブルは、この時、割出し専用のモーターに切り替える。テーブル側を前後方向(Y軸)に位置決めし、スピンドルを上下方向(Z軸)に送り移動することで穴あけ加工を行なう。

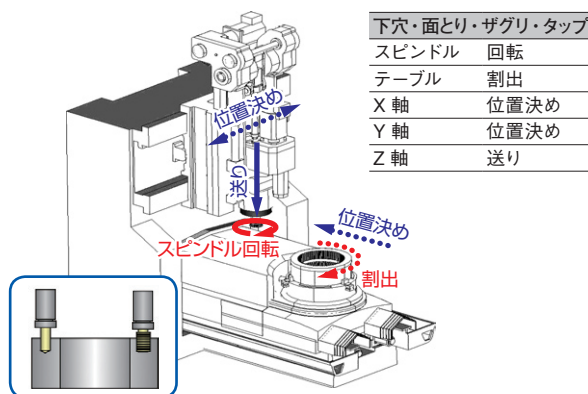


図5 穴あけ時の軸構成

・歯切りモード (図6)

スピンドル回転を割出し専用モーター、テーブル側も割出し専用モーターに切り替え、各々所定の回転数で同期回転させる。スピンドルユニットは歯車諸元により上下方向(Z軸)に任意の位置へ位置決めロックする。スピンドル内部に搭載したシェーパ軸を上下に駆動し、その上下運動と同期してテーブル側のリリーピング駆動用モーターを同期させる。つまり4軸同期運転しつつ、テーブルを前後方向(Y軸)に移動させることで径方向に切り込み歯車加工を行なう。

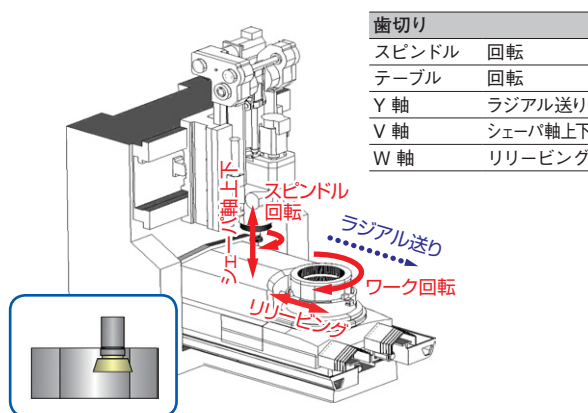


図6 歯切り時の軸構成

6. 「ギヤシェーブセンタ」導入の効果

複合加工機の特徴である、加工精度の安定化、非加工時間の大幅な削減、設置スペースの削減が可能であり、変種変量生産には最適な歯車加工機である。非加工時間としては工作物の変更にとまなう、ジグや刃具などの段取り時間の削減、工作物の脱着時間が削減され、さらには工程間搬送が不要となり、搬送時間をゼロにできる。

設備の設置スペースの削減効果を図8に示す。NC旋盤、マシニングセンタ、ギヤシェーブパを各1台を設置するのに対し、「ギヤシェーブセンタ」1台にすることで、その設置スペースは6割弱も削減可能となる。

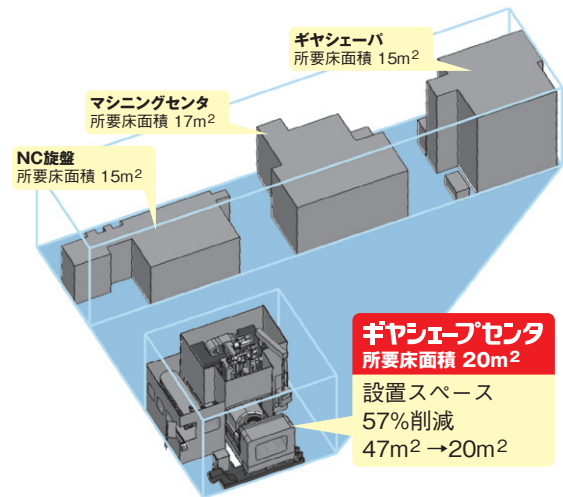
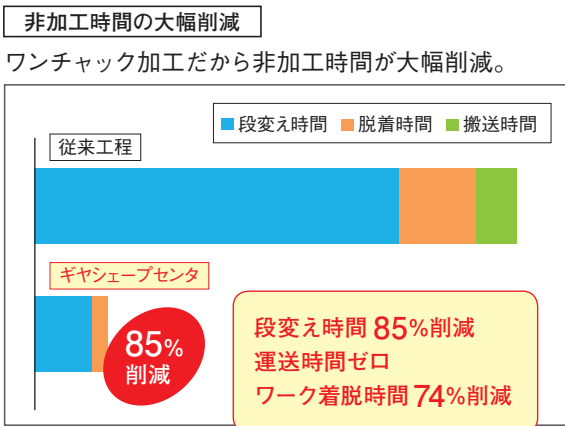


図8 設置スペースの削減

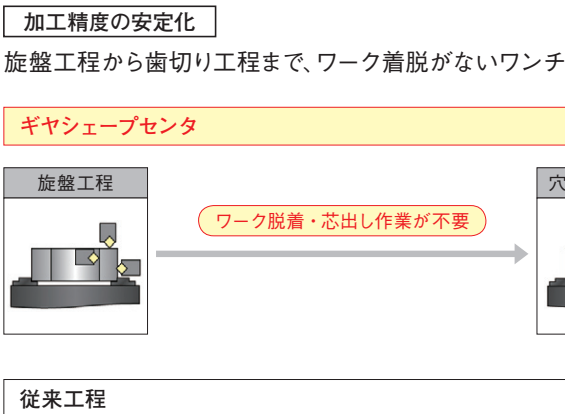


図7 非加工時間の短縮

7. 加工事例

「ギヤシェープセンタ」に搭載した加工中の工作物を図9に示す。外径φ700mm、幅200mmのリング上の工作物である。

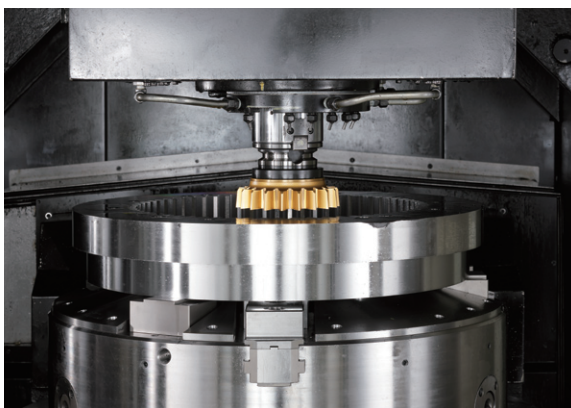
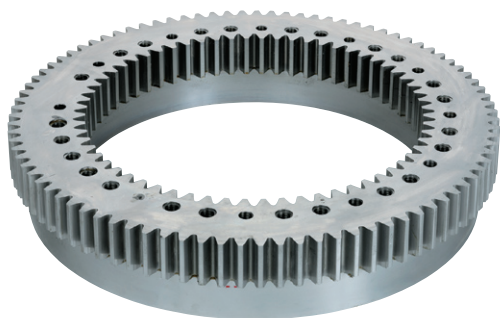


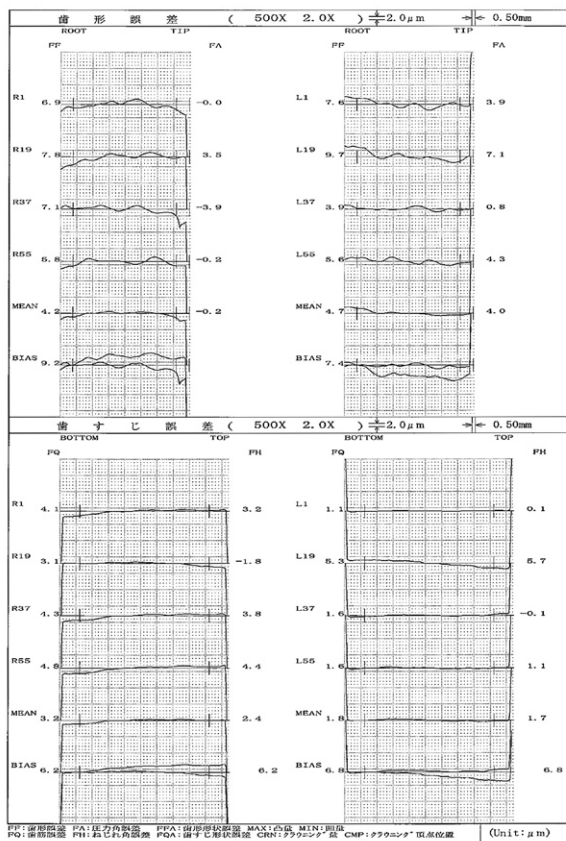
図9 加工前工作物の実機搭載写真

旋削⇒反転⇒旋削⇒穴あけ・タップ⇒内歯加工⇒外歯加工し、完成した工作物を図10に示す。



内歯車 m8 歯数 64
外歯車 m8 歯数 89
タップ穴 M20

図10 加工後の工作物写真



外歯車 m4
歯数 71
歯幅 25mm

図11 サンプルワーク歯車精度データ

8. 環境の配慮と NACHI 省エネ商品の搭載

複合化のメリットの一つであるが、油圧タンクや潤滑油タンク、クーラント装置も1台に集約されるため、その使用油量は削減できる。これは、廃液処理量を削減することにつながり、大幅な省エネ効果となる。

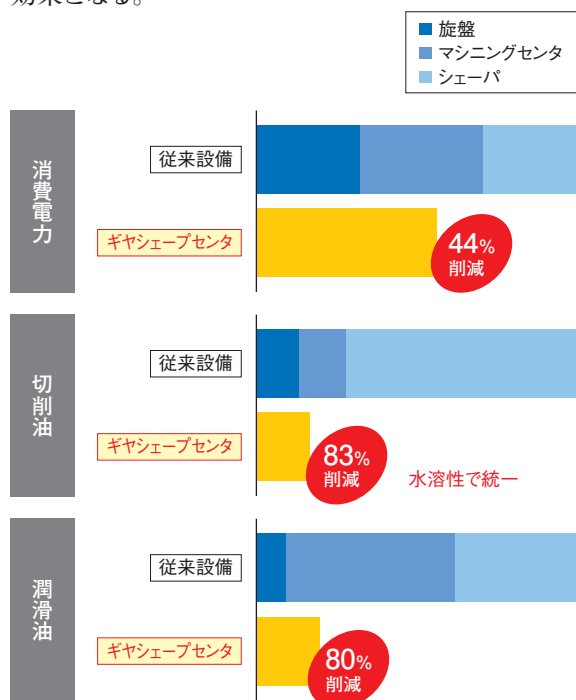


図12 省エネ効果

「ギヤシェーブセンタ GM7134」に搭載したNACHI商品を紹介する。

- 省エネ油圧ユニットNSPシリーズ
- 低電力ウエット形電磁切替弁SEシリーズ
- シール付きボールねじサポート用軸受けTABシリーズ
- クロスステーパドローラ軸受け

旋削時の高速回転と歯切り時の分割の両方に対応できる高剛性ベアリングとしてワーク回転テーブルに採用。

- NACHI工具のピニオンカッタ

NACHIのピニオンカッタは国内シェア60%を誇り、工具部門の主力商品の一つである。工具部門の豊富な歯切り加工のノウハウにより、精度の良い歯切り加工に対応できる。

9. 今後の歯車加工

これからは、長時間無人運転への対応や、機上計測、歯切り後の面取り、バリ取りなどのオプション機能の拡充を図るとともに、工具と機械の両面から

加工技術を追求め、NACHIだからこそできる加工システム、「ギヤシェーブセンタ」だからこそできる歯車加工を追求め、提案していきたいと考える。