

NACHI
**TECHNICAL
REPORT**
Machining

Vol. **34**B2
October/2018

マシニング事業

■ 新商品・適用事例紹介

工程集約型歯車スカイビング複合加工機
「スカイビング ギヤシェープセンタ
GMS200」

Skiving Machining Center for Gears
"GMS200"

〈キーワード〉 ギヤスカイビング・複合加工機
ワンチャック加工・汎用・コンパクト・省スペース
ハード加工・同期精度・位相あわせ

工作機製造所／開発技術部
布村 一洋 Kazuhiro Nunomura

要 旨

近年、自動車部品の歯車製造工程において、多品種少量生産に対応する歯切り加工としてギヤスカイビング加工が注目されている。NACHIでは、ブローチ加工やホブ加工に置き換わるギヤスカイビング加工を取り入れた複合加工機を開発した。この複合加工機では、ギヤスカイビング加工による歯切りのほか、旋削加工・穴あけおよびタップ加工など歯車部品の製造工程を1台の機械に集約することができる。

この複合加工機を用いた工作物の歯車精度は、JIS5級(JIS B1702 1998)を実現し、さらに工作物の焼入れ後の仕上げ加工も可能である。本稿では、開発した「スカイビング ギヤシェープセンタ GMS200」の特長と加工性能について紹介する。

Abstract

In recent years, Gear Skiving has been drawing attention for the manufacturing processes of gears used in automobiles since skiving allows the cutting of small volume, but various types of gears.

NACHI developed the small, multiple, complex machine of high efficiency for the machining of the parts that cannot be broached or hobbled. This small, multiple, complex machine, “GMS200” allows to lathe, drill and tap the materials for making gears in addition to gear skiving, making the gear manufacturing processes integrate into this one machine.

Accuracy of the gears that are machined with this machine satisfies the JIS standard, Class 5 (JIS B1702 1998). In addition, the machine allows finishing of the materials after heat treatment. This article introduces the features and machining performance of NACHI’s newly-developed “GMS200”, Skiving Machining Center for Gears.

1. ギヤスカイビング加工の原理

ギヤスカイビング加工の原理を図1に示す。ギヤスカイビング加工では、対向する工具と工作物が同期した回転を行なう。工作物に対し、一定の角度を与えた工具の回転は、工作物の軸方向に切削速度として生じることで、歯車が加工される。この加工法では、内歯車だけでなく外歯車の歯切りが可能であり、また歯すじにクラウニングを付加することもできる。

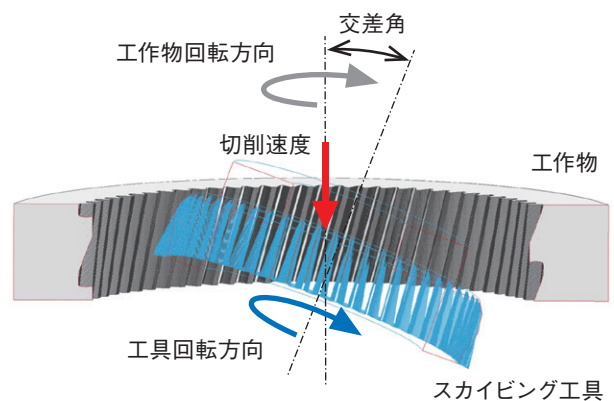


図1 スカイビング加工の原理



2. コンパクトな生産ラインに対応する 小型複合加工機

自動車部品や小型減速機に用いられる歯車の加工法としては、転造加工やブローチ加工・ホブ加工が用いられる。また、止まり形状の工作物の場合、シェーパー加工が必要になる。それぞれに専用の加工機が必要となり、多品種少量生産の製造現場において、段取り時間、工程間工作物搬送、設備スペースが問題になる。

NACHIでは、図2に示す工作物サイズφ220までの自動車部品、小型減速機の歯車部品製造を狙いとした、「スカイビング ギヤシェーパーセンタ GMS200」を

開発、シリーズに追加した。図3に外観を示す。本機では、歯切り工程をスカイビング加工で取り入れた複合加工機とし、生産変動・機種切替に柔軟に対応することで、高能率でコンパクトな生産ラインの実現に寄与する。

図4に示す部品形状において、各専用工程機を本機で対応し、また図5に示す旋削・穴あけ・歯切り工程に対応し、機種統一によるシンプル・スリムで保全性の良い生産ラインを実現する。

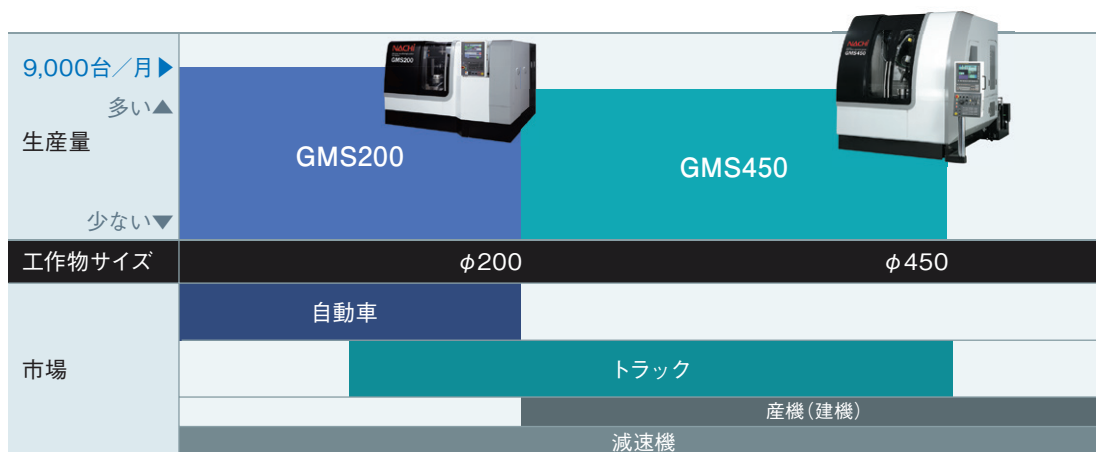




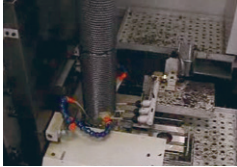



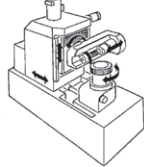


図2 スカイビング ギヤシェーパーセンタのシリーズ展開



図3 「スカイビング ギヤシェーパーセンタ GMS200」

部品形状	工法	設備
外スプライン 	転造 	転造盤 
内スプライン 内歯車 	ブローチ 	ブローチ盤 
外歯車 	ホブ 	ホブ盤 




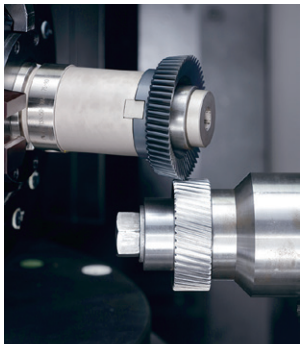



部品形状	工法	設備
外スプライン 	スカイピング 	複合加工機 
内スプライン 内歯車 		
外歯車 		

図4 GMS200の対象工作物

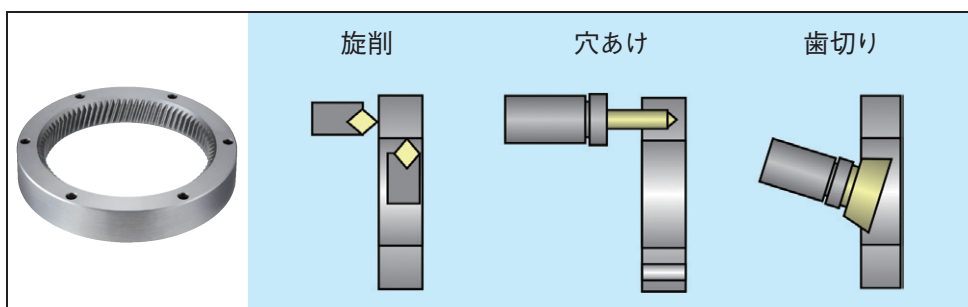


図5 GMS200の対象工程

3. 「スカイビング ギヤシェープセンタ GMS200」の特長

「スカイビング ギヤシェープセンタ GMS200」の構造を図6に示し、諸元を表1に示す。本機は自動車・小型減速機部品の生産ライン向けに横型の機械構造を採用し、高さを1,680mmに抑え、従来設備よりもコンパクトで省スペースな生産ラインを実現する(図7)。本機の直動軸にはローラーガイドを採用し、高速化と高剛性を確保している。工作物の形状に応じたジグオプションも準備し、リング形状やシャフト形状などの多彩な工作物対応を可能としている。チップコンベアを加工部の直下に配し、切りくず堆積やクーラント使用量の削減により消費エネルギーを抑えている(図8)。

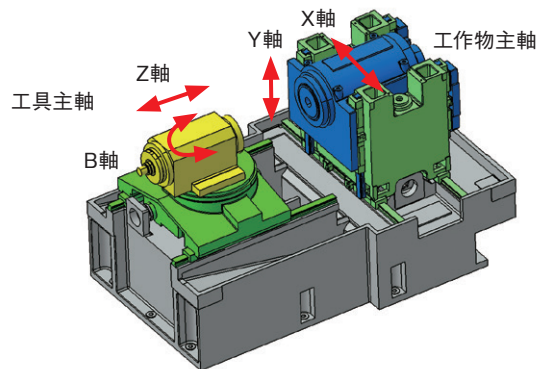


図6 「スカイビング ギヤシェープセンタ GMS200」の構造概略

表1 スカイビング ギヤシェープセンタの主要諸元

加工能力	工作物最大径	mm	φ220
	加工最大モジュール	—	m3.0
	歯切り工具	—	スカイビング工具
工具主軸	主軸テーパ穴(ツールシャンク型式)	—	KM6350
	主軸最高回転速度	min ⁻¹	4,000
	電動機(30分/連続)	kW	26/18.5
工作物主軸	主軸最高回転速度	min ⁻¹	2,400
	電動機(30分/連続)	kW	26/30
各軸移動量	左右移動量(X軸)	mm	500
	上下移動量(Y軸)	mm	200
	前後移動量(Z軸)	mm	300
	工具旋回角(B軸)	degree	±45
ATC(標準)	工具収納本数	本	6
	工具最大径	mm	φ120
	工具最大長さ	mm	240
	工具選択方式	—	番地固定ランダム
NC装置	型式	—	FANUC 31i-B
	表示機	—	FANUC 15インチ タッチパネル
ユーティリティー	総使用電力	kVA	74
機械の大きさ	機械の高さ	mm	1,680
	所要床面積(幅×奥行)	mm	2,500×3,000
	正味機械質量(本体)	kg	7,000

オプション: 工作物チャック 他

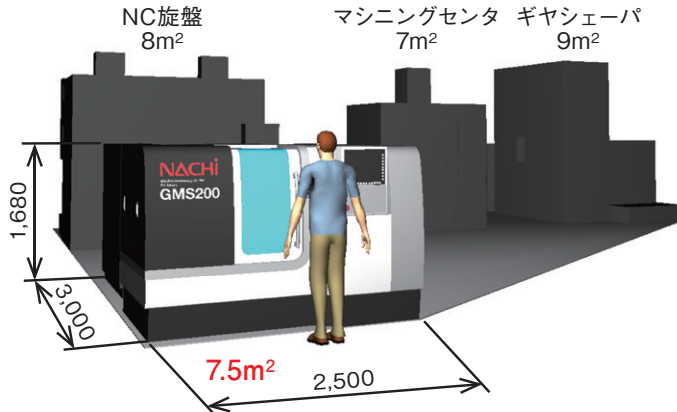


図7 設置スペースの削減

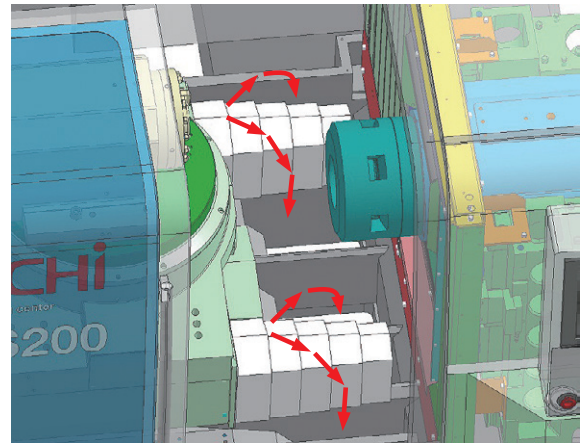


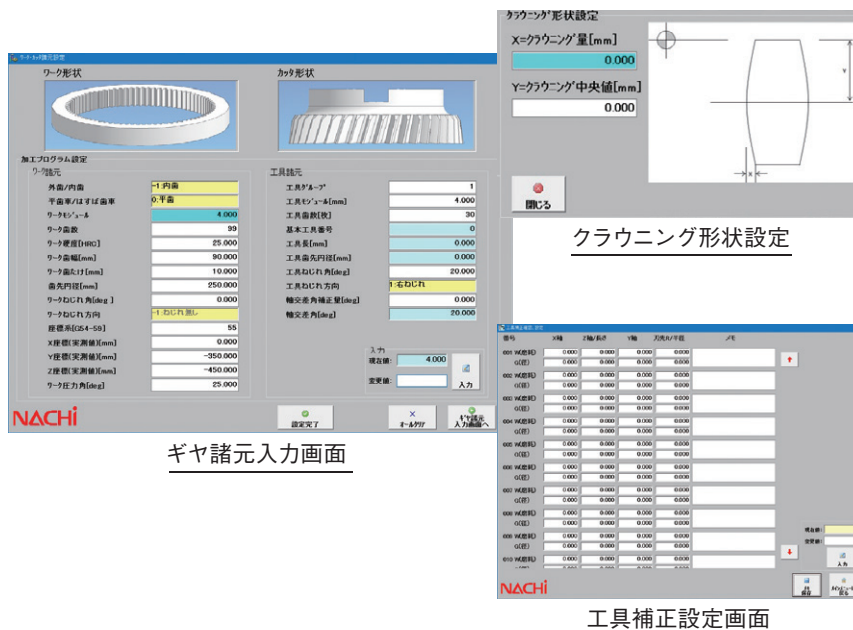
図8 切りくず堆積対策

4. 優れた作業性と操作性

本機の前面扉は天井開放型とし大きく開くことで、段取り替え時における作業者の閉塞感を低減するとともに、搬送高さを抑えることで搬送装置のコンパクト化も可能としている。操作盤は踏み台レスで作業者の目線にあわせた高さとし、日常作業におけるストレスを低減する(図9)。操作盤には、図10に示す工具補正やクラウニング、テーパなど歯すじ補正ができる画面を搭載し、精度調整作業を容易化する。



図9 良好な作業性



ギヤ諸元入力画面

工具補正設定画面

図10 補正画面(オプション機能)

5. 加工事例

本機の加工事例を表2に示す。内歯車、外歯車、内スプライン、外スプラインといった加工事例があり、転造加工やブローチ加工、ホブ加工といった従来工程からの置き換えが可能である。

小径の内スプライン加工の歯切りには、図11に示すNACHI製のシャンク型スカイピング工具を使用している。その加工精度事例を図12に示す。歯車精度はJIS5級 (JIS B1702 1998) が得られ、歯切りに要する時間はシェーパ加工に対し1/5 (30秒) であった。歯車加工技術および工作機械設計技術を融合することで、従来には無い高能率高精度な歯車部品加工が実現した。

表2 加工実績



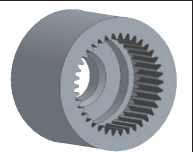
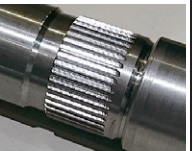
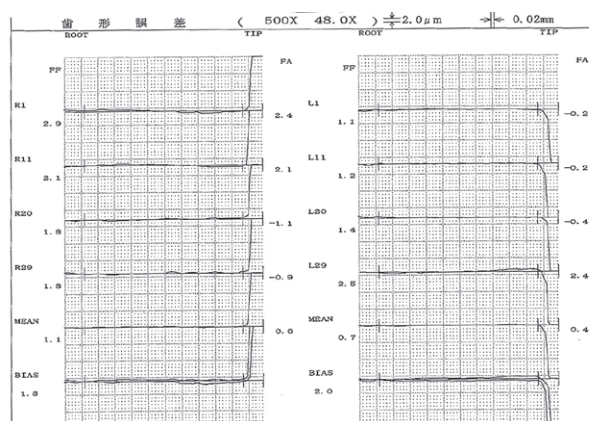
			内歯車	外歯車	内スプライン	外スプライン
加工物諸元	モジュール	—	1	2.75	1	1
	ねじれ角	degree	25	SPUR	SPUR	SPUR
工具諸元	歯数	—	50	34	27	43
	ねじれ角	degree	SPUR	30	10	20
	ねじれ方向	—	—	RH	RH	RH
加工条件 (粗/仕上げ)	切削速度	m/min	100	100	48	50
	送り量	mm/rev	0.2/0.2	0.3/0.3	0.3/0.2	0.1/0.1
	加工時間	sec	36	48	33	68
						



図11 スカイピング工具(シャンク型)



JIS1級の歯形精度
モジュール1 歯数37 歯幅14

図12 歯車精度(JIS B1702 1998)

6. トータルソリューションの提案

NACHIでは、ロボットを核にした総合機械メーカーとして、工具・工作機械およびロボットのトータルソリューションを提案する。例えば、図13に示す軽量コンパクトロボット「MZ07」を活用した工作物の搬入出やバリ取り・工作物計測で、工程集約だけでなくコンパクトな無人化工場を実現できる。

さらに、歯車部品加工に必要なギヤスカイピング工具、タップやドリルの提供だけでなく、加工技術に関する課題解決や加工能力を最大限に活かす工法や加工条件を提案できる。

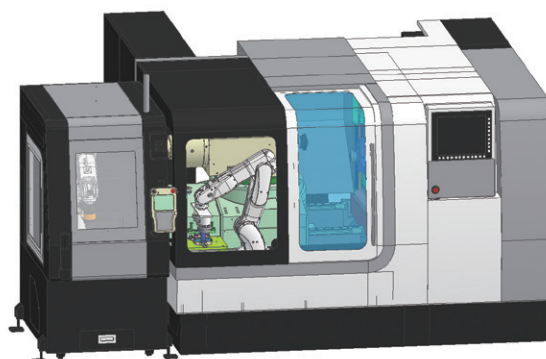


図13 ロボットを用いた自動化パッケージ

7. 今後の展開

歯車のさらなる高精度化の要求に対応するため、シェービングレスを狙った高精度加工や研削が困難な焼入れ後の歯車へのハードギヤスカイピング加工により、高付加価値な複合加工機に進化させていく。また、加工条件の最適化など生産性向上に寄与するAI・IoTに対応した複合加工機を提供していく。