

NACHI TECHNICAL REPORT

Machining

Vol. **12B1**
Feb/2007

マシニング事業

コーティング

■ 新商品・適用事例紹介

Symbio 世界標準超硬エンドミル「GS MILL」シリーズ
「GS MILLスロット」「GS MILLヘビー」
「GS MILLラジアス」

Global Standard Carbide End Mills "GS Mill Series"
---Features and Cutting Performances of
GS Mill Slot, GS Mill Heavy and GS Mill Radius

〈キーワード〉 小型マシニングセンター・低切削抵抗・低振動
Cr-Al系新GSコーティング・リングニッケル

機械工具事業部／ラウンドツール技術部

釣谷 洋輔

Yousuke Tsuritani

ブランド“Symbio/シンビオ”
人、環境と“共生”し、工作機械とコラボレーション。

株式会社 不二越

要 旨

NACHIは、住友電工ハードメタルと協同開発した超硬エンドミル「GS MILL」の品揃えを拡充した。自動車や機械部品、金型などの加工を行なう小型マシニングセンター向けに「GS MILLスロット」「GS MILLヘビー」「GS MILLラジアス」の3シリーズを新たに投入した。用途にあわせて、難易度の高い加工を高効率に仕上げる。

これにより、GS MILLのラインアップは全9品目となり、カスタマーの多彩で高度な加工ニーズにも、応えることが可能である。

Abstract

NACHI has expanded carbide end mill product line of "GS Mill Series," again jointly developing with Sumitomo Electric Hardmetal Corp. Three series of GS Mill Slot, GS Mill Heavy and GS Mill Radius designed for small machining centers have been newly introduced in the market for the machining of automobile mechanical parts and tooling. A highly-efficient, very difficult machining is achieved with these end mills for various uses.

With the addition, altogether nine products make up GS Mill Series, providing support to customers that require the advanced manufacturing with variety.

1. 「GS MILL」シリーズのラインアップ

グローバル化がすすむ日本の自動車産業は、すでに海外生産が国内生産を上回るようになってきた。国内自動車部品産業は、コスト対応力・開発力・高品質・短納期が同時に求められ、生産技術力向上による、ものづくり革新が続いている。

このような状況の下、イニシャルコスト低減と省スペース・省エネの観点から、^{※1}BT30の小型マシニングセンターでの部品加工ラインの構築が増加している。

小型マシニングセンターは、イニシャルコストが低く、マシンが小さいためラインをコンパクトにまとめることが可能で、移動やライン変更も比較的容易に行なえ、素早い対応が可能であるが、剛性不足で高速高送り加工や大径工具での加工が困難であり、また小型・軽量化がすすんでいる自動車部品では、クランプ剛性が不足し、加工条件を下げざるを得ない問題がある。

このような問題にこたえるため、剛性の低いBT30の小型マシニングセンターやクランプ剛性の低い部品でも、切削抵抗・振動が小さく、能率良く加工できるエンドミルシリーズとして、従来から好評を得ているGS MILLシリーズに、つぎの3点を新たに開発し追加した。

①「GS MILLスロット」

切削抵抗が小さく高能率なドリリングができる、薄板または低炭素鋼の溝加工用エンドミル。

②「GS MILLヘビー」

フラットニック^{※2}(形状)で切削抵抗を抑えながら、仕上げ面粗さRy10 μ mの中仕上げが可能なエンドミル。

③「GS MILLラジアス」

高能率な側面加工、金型や機械部品のコーナーRや輪郭加工に最適。



2. 「GS MILLスロット」

（開発の背景）

従来からドリリングと溝加工を両立したエンドミルとして、X'sミルジオスロットを用意している。この頃は、BT40以上の比較的剛性の高い機械での使用をターゲットに開発したので、加工時のスラスト・トルクの大きさが問題になることはなかった。BT30のような低剛性マシンでは、X'sミルジオスロットでの加工は、推力および切削トルクが大きいと、振動が発生し、十分な性能が発揮できない場合があった。

また、純鉄や低炭素鋼をはじめとした軟磁性材料が増加するなど被削材が多様化し、さらに、軽量化をねらいとした薄板化がすすむなど、機械加工の難易度が年々高まり、これらの加工においては、マシン自体の剛性やワーク・クランプ剛性の低さ、被削材の難削化に起因するバリ、びびりの発生が起りやすくなっている。

GS MILLスロットは、剛性の低いマシニングセンターや、薄板のようなワーク剛性・クランプ剛性の低い場合でも高能率加工が可能であり、さらに、バリの抑制を目的として開発された工具である。

1) GS MILLスロットの形状の特長

今回開発した「GS MILLスロット」は、ねじれ角と溝形状の最適化など、切削抵抗を抑制する工具設計により、悪条件下においてもバリ、びびりの発生を最小限に抑える。

薄板の溝加工時の振動の原因となるスラスト方向の切削抵抗を抑えるため、最適なねじれ角を採用した。溝形状はGS MILL4枚刃と相似の溝形状を採用し、切りくずの排出性を向上している。

（新GSコーティング）

ドリリング加工は、溝・側面加工に比べ、切れ刃と被削材との接触時間が長く、発熱しやすい。そのため、GS MILLスロットでは、従来のGSコーティングに対し高温硬さ、平滑性を更に向上させたAlCr系の新GSコーティングを採用した。これにより、耐熱性が向上し、溝内での切りくずの滑りが良く、ドリリング時の切りくず排出性能が飛躍的に向上した。

さらに切削抵抗の変動が小さいため、安定した加工を可能にする。



図1 GS MILLスロットの外観

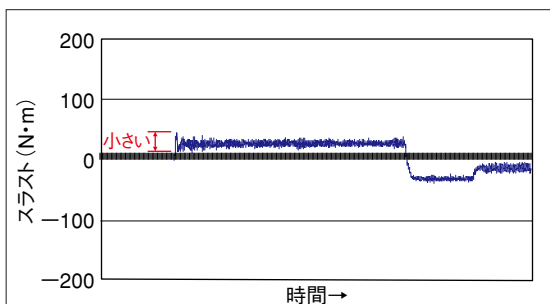
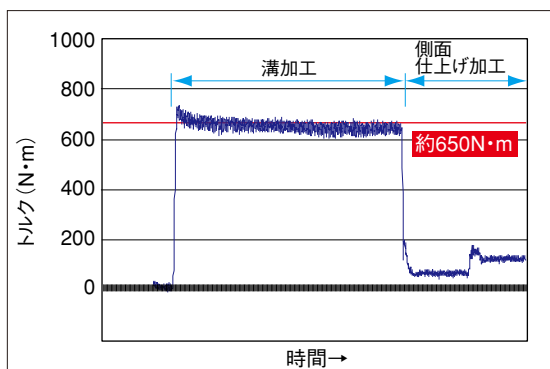
2) GS MILLスロットの切削性能

GS MILLスロットで炭素鋼S35Cの5mmの薄板を溝加工したときの、切削抵抗トルクおよび送り分力スラストの比較を、図2に、バリ高さの比較を、図3に示す。

切削条件

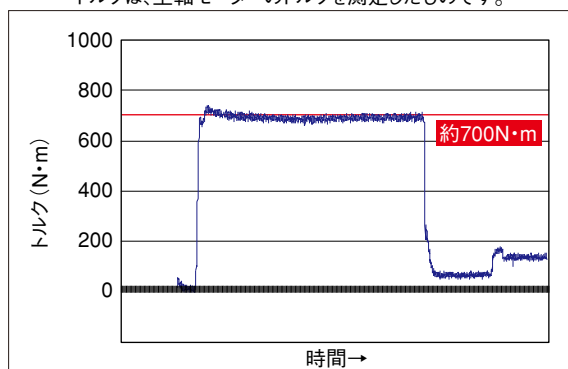
切削速度：粗	23m/min	送り速度：粗	252mm/min
	仕上げ 40m/min		(0.07mm/tooth)
		仕上げ	420mm/min
			(0.067mm/tooth)
披削材：S35C		切削油剤：水溶性	
板厚：5mm		加工機械：マシニングセンター	
下穴径：φ6mm		(BT30)	

GS MILLスロット



B社標準品

トルクは、主軸モーターのトルクを測定したものです。



スラストは、Z軸モーターのトルクを測定したものです。

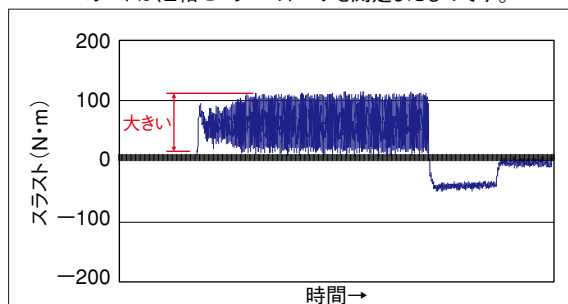
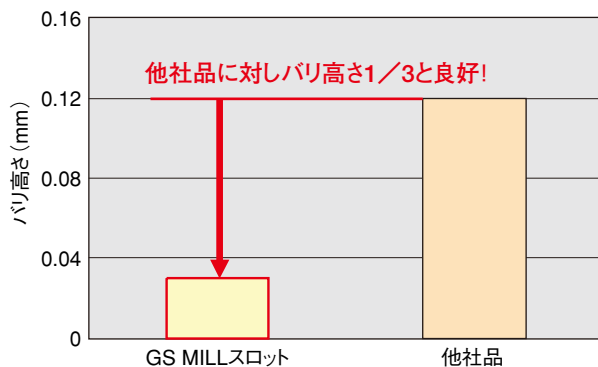


図2 GS MILLスロットと他社品の切削抵抗の比較



切削条件

使用工具：φ6	板厚：5mm
切削速度：40m/min	切削油剤：水溶性
送り速度：420mm/min	加工機械：マシニングセンター (BT30)
披削材：S35C	

図3 GS MILLスロットと他社品のバリ高さの比較

3) 用途と寸法

用途：機械部品（軟鋼・低炭素鋼～中硬度50 HRC）、金型等の高能率ポケット溝加工など

寸法範囲：φ3.0～φ16.0まで8サイズを標準在庫

3. 「GS MILLヘビー」

(開発の背景)

ここ3年程の間に、金型や機械部品、自動車部品の加工ラインにおいて、省スペース、低コストの観点からBT30の小型マシニングセンターの設置が飛躍的に増加してきた。従来、中・大型マシニングセンターで行っていた粗～中仕上げまでの加工を、これらの小型機で行ないたいというニーズが高まっている。従来は、BT40～50の中・大型機が主流であり、粗～中仕上げまでの加工には、スローアウェイ工具かφ20前後のソリッド工具が採用されていた。

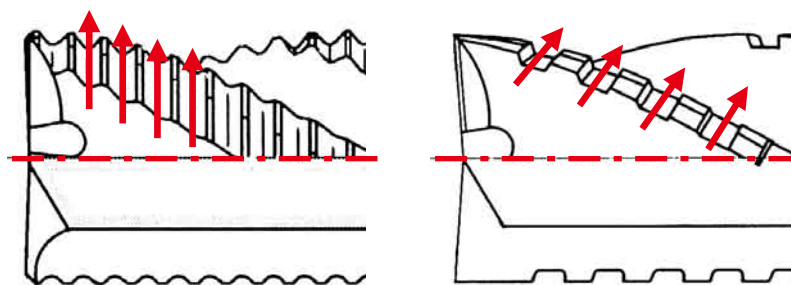
小型マシニングセンターは、中・大型機に比べ低剛性のため、従来工具では回転数や送り速度を下げざるを得ず、加工能率、加工品位が低下するという問題があった。

1) GS MILLヘビーの形状

従来のハイス製ヘビーエンドミルは、外周刃に台形状のフラットニックをねじ状に配列し形成している。^{※3}ねじ状に配列することで製作は簡便になるが、ニックの片側面にネガの部分が出てしまう。

超硬のエンドミルは、ハイスよりも高速で加工するため発熱が大きくなる。そのため、ハイス製ヘビーエンドミルと同様な設計をすると、ネガ刃に異常摩耗が発生しやすくなる。また、台形状の溝底の角に応力集中が発生し、ピッチングを誘発しやすくなる。

この問題を解決するため、GS MILLヘビーでは、ラフィングエンドミルと同じリングニックを採用した。従来ヘビーのニックとリングニックの比較を、図5に示す。



リングニック

軸心に対して直角になっている。
(リング状になっている)

従来ヘビーのニック

軸心に対して少し角度がついている。
(ねじ状になっている)

図5 従来ヘビーのニックとリングニックの比較

また、ねじれ角は、エンミドルが主軸方向に引き込まれないように最適な角度を選定し、粗加工時にも使用できるようにした。

2) GS MILLヘビーの形状の特長

今回開発した「GS MILLヘビー」は、ハイスエンドミルで定評のあるヘビーニック配列技術を応用し、小型マシニングセンターでの使用時も、びびりを発生せずにRy10 μ m以下の優れた面粗さを実現するなど、高能率、高品位な中仕上げ加工を可能にした。

(新GSコーティング)

コーティングは、潤滑性、耐酸化性に優れたAlCr系の新GSコーティングを採用し、最も負荷の高いニックのコーナー部分の損傷を抑え、長時間加工でも安定した加工品位が得られる。



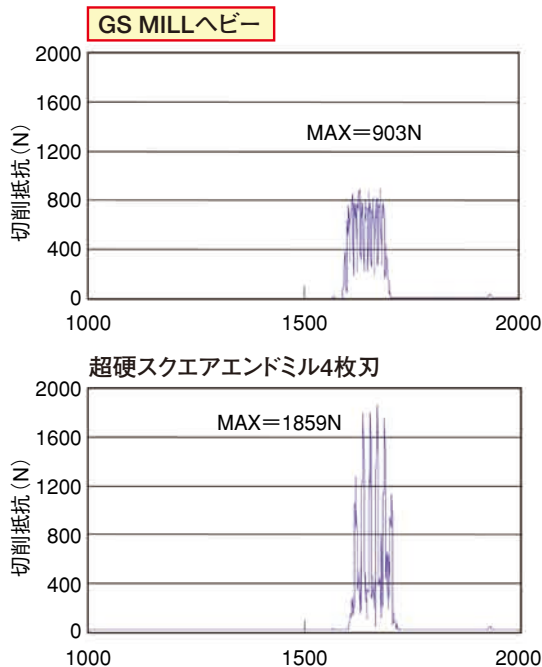
図4 GS MILLヘビーの外観

3) GS MILLヘビーの切削性能

BT30のマシニングセンターで、GS MILLヘビーと超硬スクエアのエンドミルで加工した時の切削抵抗を比較したものを、図6に示す。

GS MILLヘビーは、切削抵抗の最大値が超硬スクエアエンドミルのほぼ1/2であり、ニックによる切削抵抗の低減効果が大きい。また、切削抵抗の最大値と最小値の振幅も小さく、振動も小さくなっている。GS MILLヘビーでは、マシニングセンターの振動もなく、切削音のみで静かに加工していた。

GS MILLヘビーと超硬ラフィングエンドミルで加工した加工面粗さの比較を、図7に示す。ラフィングエンドミルでは外周切れ刃のニックのRが現れているが、GS MILLヘビーではニックの外周のフラット面が適時に配列されていることで、Rz(旧Ry) 6 μ mと良好な面粗さを得ることができた。



切削条件

エンドミル径： ϕ 20 4枚刃
 切削速度：80m/min (1274min⁻¹)
 送り速度：255mm/min (0.05mm/t)
 切り込み： $a_a=20$ mm、 $a_r=2.0$ mm
 披削材：S50C

図6 GS MILLヘビーと超硬スクエアエンドミル4枚刃の切削抵抗の比較

GS MILLヘビー	Ra 1.009 μ m	
	Rz 5.320 μ m	
	RzJIS 2.975 μ m	
超硬ラフィング	Ra 5.743 μ m	
	Rz 33.63 μ m	
	RzJIS 18.62 μ m	

切削条件

エンドミル径： ϕ 20 4枚刃
 切削速度：80m/min (1274min⁻¹)
 送り速度：255mm/min (0.05mm/t)
 切り込み： $a_a=20$ mm、 $a_r=0.5$ mm
 披削材：S50C

図7 GS MILLヘビーと超硬ラフィングの加工面粗さの比較

4) 用途と寸法

用途：機械部品(軟鋼・低炭素鋼～中硬度50 HRC)、金型等の高能率中仕上げ加工など

寸法範囲： ϕ 6.0～ ϕ 20.0まで7サイズを標準在庫

4. 「GS MILLラジアス」

1) 開発の背景

コーナーRが必要な金型や機械部品の分野では、高能率化と優れた転写性が要求され、とくに、金型の粗加工においては、加工能率の高さからラジアスエンドミルが採用される傾向にある。

2) 特長

今回開発した「GS MILLラジアス」は、新しいコーティング膜の採用により、長時間の連続加工というシビアな条件下においても、エンドミルのコーナーR形状がくずれにくく、安定した加工を可能にした。

新コーティングの特長は、潤滑性、耐酸化性にすぐれたAlCr系のGSコーティングを採用し、エンドミルのコーナーR部からの切りくずを素早く排出させ、切削熱が工具の刃先や被加工物に蓄積しにくくした。また、コーティング膜の耐熱性を1200℃まで高め、生材から焼き入れ鋼(55~60HRC)まで、幅広い領域での使用を可能にした。

3) 用途、売り上げ目標

用途：金型、機械部品(生材~高硬度60HRC)の高能率な側面加工、形彫り粗加工など

寸法範囲：φ3.0×R0.2~φ16.0×R2.0まで29サイズ

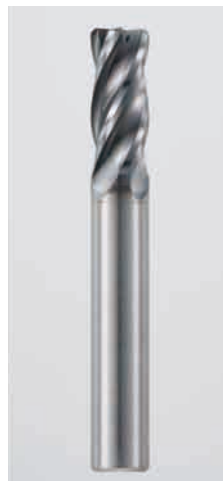


図8 GS MILLラジアスの外観

5. 世界標準超硬エンドミル「GS MILL」シリーズで工程改善

NACHIの材料・コーティング技術と、設計・生産技術に加え、住友電工ハードメタルのつよみを融合した「GS MILL」シリーズは、金型や機械部品の高能率加工を可能にし、高いコストパフォーマンスを実現する。とくに、金型加工用に、世界標準のエンドミルとして、国内外の市場で高い評価を得ている。

今回、「GS MILL」シリーズに追加、拡充する「スロット」「ヘビー」「ラジアス」タイプにより、金型や機械部品などの加工ラインにおいて、粗加工から仕上げ加工まで、「GS MILL」シリーズでフルサポートが可能となった。

世界標準超硬エンドミル「GS MILL」シリーズは、機械部品加工や金型の高能率加工を可能にし、高いコストパフォーマンスを実現したエンドミルである。

今回紹介した3商品のシリーズ追加により、カスタマーのさらなる工程改善とコスト改善に寄与できるものと考えている。

表1 世界標準超硬エンドミル「GS MILL」シリーズ

用途	商品名	内容	寸法範囲	
汎用	GS MILL 2枚刃	世界標準の超硬コーティングエンドミル	0.5~12	
	GS MILL 4枚刃	世界標準の超硬コーティングエンドミル	1~12	
	GS MILL ボール	世界標準の超硬コーティングエンドミル	R0.5~R6	
精密	GS MILL ロングネックボール	豊富な品揃えで、金型のあらゆる微細加工に対応	0.3×0.5~6×60	
	GS MILL ロングネック2枚刃	豊富な品揃えで、金型のあらゆる微細加工に対応	1×4~10×80	
	GS MILL ロングネック4枚刃	豊富な品揃えで、金型のあらゆる微細加工に対応	R0.1×0.5~R3×50	
多機能	GS MILL スロット	低剛性のマシン、低クランプ剛性のマシンでの穴あけから溝加工へ連続加工が可能	3~16	
粗・中仕上	GS MILL ラファイグ	鋼からステンレス鋼まで高速・効効率粗加工が可能	6~12	
	GS MILL ヘビー	鋼からステンレス鋼まで高速・効効率中仕上げ加工が可能	6~20	
ラジアス	汎用	GS MILL ラジアス	高能率側面加工、金型や機械部品のコーナーRや輪郭加工に最適	3×R0.2~16×R2
	高硬度	GS MILL ハードラジアス	高硬度材の超高速加工を実現	6×R0.2~20×R2
高硬度		GS MILL ハード	高硬度材の超高速加工を実現	1~20
		GS MILL ハードボール	高硬度材金型の高能率、精密仕上げ加工に最適	R0.2~R6

用語解説

※1 BT30

マシニングセンターの主軸の大きさを示し、よく使われるものとして、BT30、BT40、BT40、BT50がある。数字が大きいと主軸が大きく重切削が可能で剛性が高くなり、数字が小さいと主軸が小さく軽切削用で剛性が低くなる。

※2 ニック形状

切りくずを分断するために外周刃にきり欠けを付ける。

※3 ねじ状のニック

ニックを付ける切り欠けを回転軸に対してねじ状に付けたもの。

※4 リングニック

ニックを付ける切り欠けを、回転軸に直角(リング状)に付けたもの。

関連記事

- 1) 五島 康：Symbio 高精度加工に対応したGS MILLシリーズ
「GS MILLロングネックボール&GS MILLハードボール」
NACHI-BUSINESS news Vol.9 B1、November/2005
- 2) 砂子田 敏之：Symbio 金型から部品加工に対応した高速粗加工用
超硬ラファイグエンドミル「GS MILLラファイグ」
NACHI-BUSINESS news Vol.11 B2、October/2006



切削工具のブランドSymbioシリーズ

NACHI独自の材料・コーティング・機械加工技術を活かした、高機能ラウンドツール群を“Symbio (シンビオ:共生)”と位置づけ、人と環境との“共生”をめざしている。そして、多様化するニーズと、進化する加工技術とのコラボレーションを実現する。

Symbioシリーズは、「アクアドリル」、「X'sミルジオ」、「GS MILL」、「DLCDリル・エンドミル」、「モールドマイスターボール」、「AGミル」という優位性の高い6つの商品群で構成する。

幅広い分野で最適な工具を提供して、高精度、高能率、高いコストパフォーマンスを実現する。