

NACHI
TECHNICAL
REPORT
Machining

Vol. **17** B1
October/2008

マシニング事業

マテリアル
マシナリー
コーティング

■ 新商品・適用事例紹介

使い勝手と汎用性を追求した超硬エンドミル

「GSX MILL」

"GSX MILL"

General purpose Carbide End Mill

〈キーワード〉 汎用超硬エンドミル・新GSXコート・ギャッシュランド付き・
低騒音・高信頼性・バリエーション

機械工具事業部／工具技術部／ラウンドツール開発室

五島 康

Yasushi Goshima

要 旨

日本のものづくりは自動車、鉄鋼・電機・産業機械など、世界トップレベルにある。これは「品質レベルの高さ、安定性」、「新技術開発力」によるところが大きい。しかし、現在の日本のものづくり現場では、人材の不足、技術・技能の伝承が大きな問題となっており、世代の移り変わりによりノウハウが失われていく危機にある。

NACHIと住友電工ハードメタルは、固有のノウハウに頼ることなく、あらゆる加工で安定した性能を発揮する汎用超硬エンドミル「GSX MILL」を開発した。高い信頼性と豊富なシリーズラインナップで幅広い用途にお使いいただける。

Abstract

Japan's manufacturing technology leading automobile industry and consumer electronics is the best in the world. This is due to high level of stable quality and capability of new technological development. However, insufficient human resources and transfer of technologies and skills have become major problems in the manufacturing areas presently in Japan, risking a loss of the manufacturing know-how due to the generational change.

NACHI and Sumitomo Hardmetal have jointly developed general purpose carbide end mill, "GSX MILL" that can demonstrate stable performance in all sort of machining with high reliability and abundant product line. GSX MILL is designed to be used in wide-ranging areas without relying on human know-how.

1.豊富なバリエーションで 高精度・高能率加工

1947年生まれを中心とした団塊の世代が一斉に定年退職を迎え、企業活動に大きな支障をきたすことが危惧される、いわゆる2007年問題が注目されてきた。これは、単に労働力の不足だけでなく、人材とともにノウハウが喪失してしまう危険がある。このような背景の中、機械加工現場では固有のノウハウに頼ることなく安定した生産性、品質を確保するために、汎用性、信頼性の高い切削工具が望まれている。

スーパー汎用超硬エンドミル「GSX MILL」(図1)は、
・高い抗折力と耐熱衝撃性に優れた^{※1}微粒系超硬合金の開発

・耐熱性、耐摩耗性、耐凝着性を大幅に向上し、かつ、密着力に優れるAl-Cr-Ti系新GSXコートの開発

・切りくず排出性と欠けない形状の開発

により、一般部品加工から精密部品や精密金型などの幅広い用途に対応が可能な究極の汎用性を持つ超硬エンドミルである。また、豊富なバリエーションを揃えて、加工に合わせた最適な刃長、刃数のエンドミルを選択することで、加工能率、加工精度の向上とコストダウンが可能である。



図1 GSX MILLシリーズの外観写真

2. GSX MILLの特長

1) 生材のウェット加工から

高硬度材の高速ドライ加工まで対応

高い抗折力と耐熱衝撃性に優れた微粒超硬合金の採用により生材のウェット加工での信頼性を向上。

耐摩耗性、耐熱性を高めた新GSXコートの採用により幅広い被削材での長寿命化と信頼性を向上。

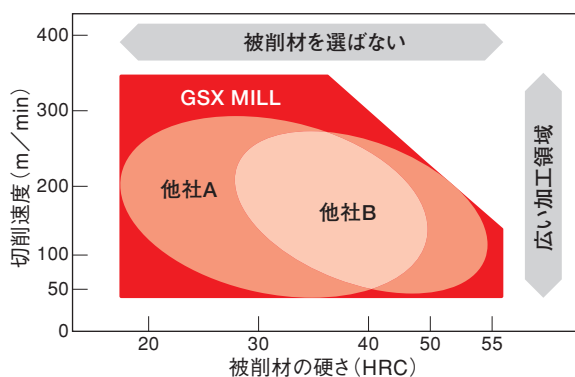


図2 被削材を選ばない 広い加工領域

2) 工具形状

4枚刃タイプには、剛性と切りくず排出性を両立させたウインドミル断面形状を採用。大きなすくい角で切れ味を高めるとともに、ポケット容積の拡大により、切りくず詰まりを防ぐ。

さらに、底刃はギャッシュランド付きとし、刃先コーナ部の欠損強度と、底面の加工面粗さを大幅に向上。高能率な粗加工から高精度な仕上げ加工まで対応する。

また、2枚刃タイプは刃長にあわせた最適心厚設計で、倒れの少ない高品位加工を可能にした。

3) コーティング

耐熱性や耐摩耗性、切りくず離れに優れたAl-Cr系複合多層コーティングを開発。1,100℃の耐熱性を持ち、高硬度焼入れ材の高速ドライ加工にも対応する。また、コーティング表面の平滑性を改善し、切削抵抗の低減と切りくず排出性を向上。とくに、一般炭素鋼や合金鋼などの加工で、大きな効果が得られる。

4) 超硬合金材料

高い抗折力と耐熱衝撃性に優れた微粒系超硬合金を採用。今回開発したコーティングとの相性も良く、ウェット加工でもチッピングが発生し難く優れた切削性能を発揮する。

5) 豊富なシリーズラインナップ

GSX MILLは、4種類の刃長と3種類の刃数との組み合わせで9種類のバリエーション、136寸法をとり揃え、加工形態にあわせた最適な選択が可能である。

2枚刃ー刃長1.5D/3D/4D φ1~φ20まで46アイテム

3枚刃ー刃長1.5D/2D φ1~φ20まで30アイテム

4枚刃ー刃長1.5D/3D/4D φ1~φ20まで46アイテム

スロットー刃長1.5D φ1~φ20まで14アイテム

表1にGSX MILLのシリーズ構成を示す。

表1 GSX MILLのシリーズ構成表

刃数	刃長			
	1.5D	2D	3D	4D
2枚刃	φ1~φ20 20サイズ GSX2C-1.5D	(2GS※)	φ1~φ20 13サイズ GSX2C-3D	φ1~φ20 13サイズ GSX2C-4D
3枚刃	φ1~φ20 15サイズ GSX3C-1.5D	φ1~φ20 15サイズ GSX3C-2D	—	—
4枚刃	φ1~φ20 20サイズ GSX4C-1.5D	(4GS※)	φ1~φ20 13サイズ GSX4C-3D	φ1~φ20 13サイズ GSX4C-4D

φ1~φ20 14サイズ



GSX MILLスロット (GSXSLT-1.5D)

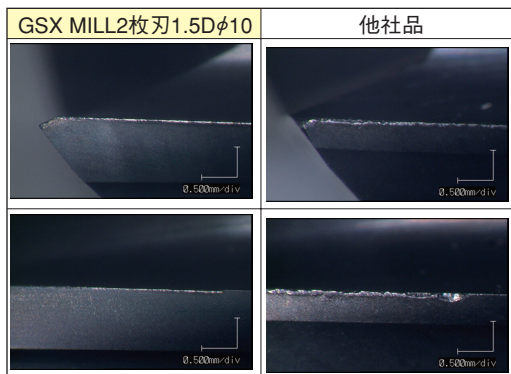
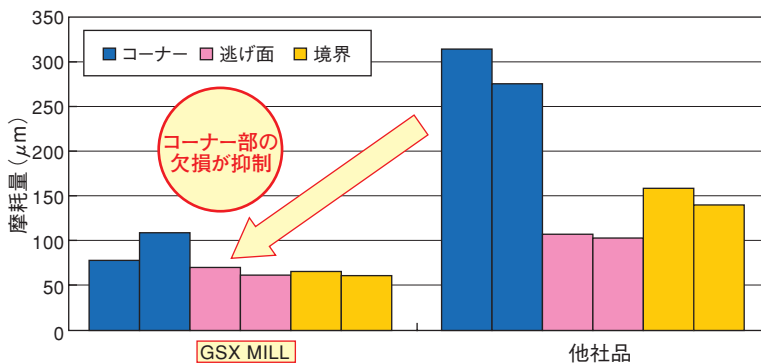
※2GS、4GSの底刃はシャープコーナーです。

3. GSX MILLの性能

1) 高い抗折力と耐熱衝撃性に優れた微粒系超硬合金

GSX MILLの材料には、高い抗折力と耐熱衝撃性に優れた微粒系超硬合金を採用した。超硬合金は、高速切削や重切削などの発熱量が高い加工において、切削油剤を使用すると熱亀裂によりチップングを生じ易い。しかし、部品加工の現場では加工面仕上げ精度や寸法変化抑制の観点から依然として切削油剤を使用した加工が多い。GSX MILLに使用した微粒系超硬合金は、コバルト含有量とWC粒径の最適化で耐熱衝撃性を大幅に向上した超硬合金である。ドライ、ウェット、MQLなど使用環境を選ばない幅広い加工領域で抜群の信頼性と長寿命を発揮する。

GSX MILL2枚刃1.5Dφ10によるSKD61 (53HRC)の高速ウェット加工事例を、図3に示す。切削速度314m/min、送り速度1,400mm/min、切込み量ap10mm、ae0.2mmで水溶性切削油剤を使用して



エンドミル：GSX MILL2枚刃1.5D φ10
 切削速度：314m/m/min (10,000min⁻¹)
 送り速度：1,400mm/min (0.07mm/刃)
 切込み量：ap10mm×ae0.2mm
 切削油剤：水溶性切削油剤
 被削材：SKD61 (53HRC)
 切削長：150m

図3 GSX MILL2枚刃1.5Dφ10による高速ウェット加工事例

切削長150m加工後の摩耗量の比較事例である。他社品は熱衝撃により切れ刃に欠損を起こしているのに対し、GSX MILL2枚刃1.5Dは逃げ面摩耗量で約70μmと軽微であり、チップングもなく安定した摩耗形態である。

2) 切りくず離れに優れた新GSXコート

GSX MILLのコートには、切りくず離れに優れた^{※2}ナノストラクチャー平滑Al-Cr-Ti系新GSXコートを採用した。新GSXコートは、高硬度材の高速加工に抜群の性能を発揮するGSハードコートをベースに、生材の中低速加工時の耐凝着性向上に着目しチューニングを施した。酸化開始温度を従来のTiAlNコートの約1.3倍の1,200℃まで高め、且つ表面平滑性を向上することで切削抵抗の低減と切りくず排出性を向上した。とくに一般炭素鋼や合金鋼などの加工で優れた加工面が得られる。

新GSXコートの膜断面写真を、図4に、新GSXコートの特性を、図5に示す。

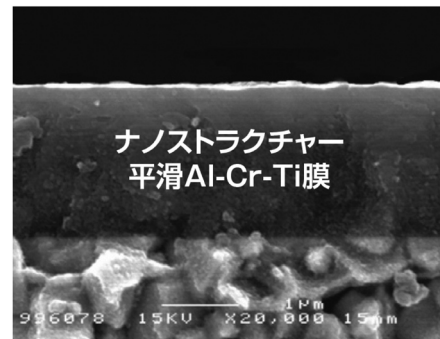


図4 新GSXコートの膜断面写真

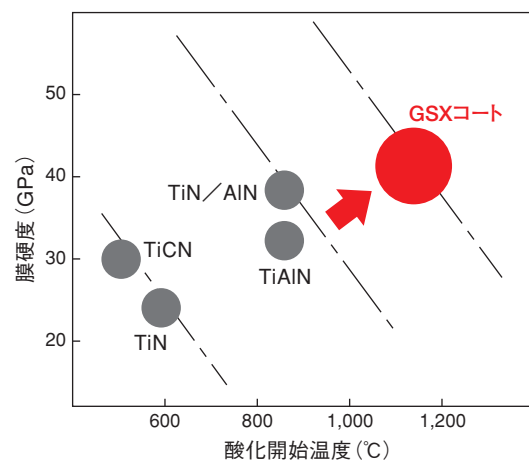


図5 新GSXコートの特性

3) GSX MILLの形状

※3 〈底刃ギャッシュランド付き〉

GSX MILLの底刃にはコーナ強度に優れたギャッシュランド付き(図6)を採用した。コーナ部の欠損を抑制し安定した加工を実現するとともに、底面の加工面粗さの向上に寄与する。

GSX MILL2枚刃1.5Dφ10による底面加工事例を、図7に示す。被削材S50Cを切削速度88m/min、送り速度560mm/min、切込み量ap0.5mm、ae5.0mmで水溶性切削油剤を使用して切削長15m加工後の底面加工精度を比較した事例である。GSX MILL2枚刃1.5Dはギャッシュランド付きによりコーナ部の損傷が軽微で良好な加工面が得られている。一方他社品はコーナ部に大きな欠損を起こし加工面粗度の悪化、うねりが顕著である。

〈2枚刃シリーズの特長〉

GSX MILL2枚刃は、刃長にあわせた最適心厚設計により、倒れの少ない高品位な加工が可能である。

〈3枚刃シリーズの特長〉

GSX MILL3枚刃は、切削バランスに優れており、高切り込み側面切削から溝加工までビビリ振動の少ない安定した加工が可能である。

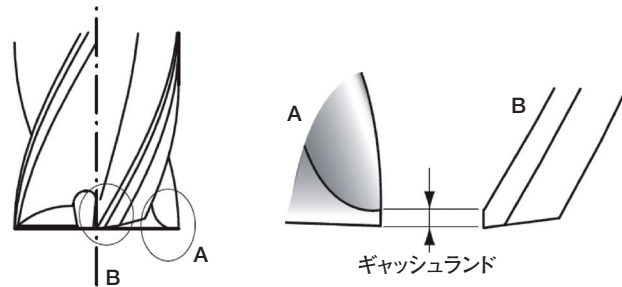


図6 GSX MILLの形状(底刃ギャッシュランド付き)

	GSX MILL2枚刃1.5D		他社品		エンドミル：GSX MILL 2枚刃1.5D φ10 切削速度：88m/min (2,800min ⁻¹) 送り速度：560mm/min (0.1mm/刃) 切込み量：ap0.5mm×ae5.0mm 切削油剤：水溶性切削油剤 被削材：S50C (180HB) 切削長：15m
	逃げ面	底刃	逃げ面	底刃	
摩耗写真 損傷は軽微			大きな欠損		
加工面写真 良好な加工面			切り込み方向うねり大		
加工面チャート Rz2.975μm			Rz7.896μm		

図7 GSX MILL2枚刃1.5Dによる底面加工事例

〈4枚刃シリーズの特長〉

GSX MILL4枚刃は、剛性と切りくず排出性を両立させたWindmill溝形状を採用した。(図8)

有効ポケット容積を広げることで高能率溝加工においても良好な切りくず排出性を実現する。また、大きなすくい角で切れ味を向上し、低騒音で高精度仕上げ加工に対応する。

GSX MILL4枚刃1.5Dφ8による溝送り限界性能を、図9に示す。被削材S50Cを切削速度85m/min、切込み量H4mmで送り速度を徐々に上昇したときの加工可能限界を調査した。GSX MILL4枚刃1.5Dはドライ、ウェットの両条件で送り速度3,000mm/min以上の加工が可能であり、高い工具剛性と切りくず排出性を実現した。

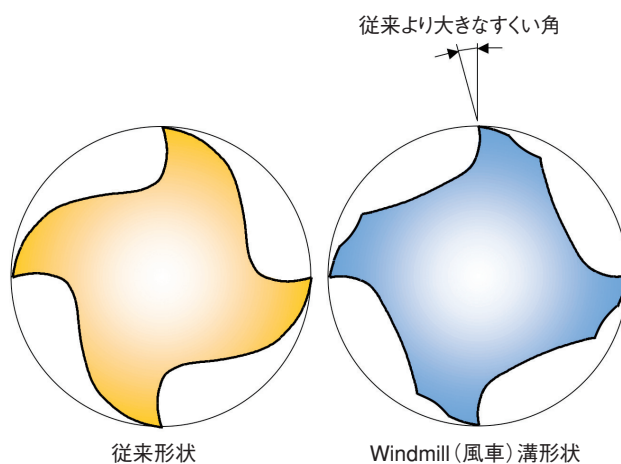


図8 GSX MILL4枚刃の断面形状

送り速度 (mm/min)	1,600	1,800	2,000	2,200	2,400	2,600	2,800	3,000	3,200	3,400	3,600
ドライ (エアブロー)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×
水溶性 切削油剤	○	○	○	○	○	○	○	○	△		

エンドミル : GSX MILL4枚刃1.5D φ8
 突き出し量 : 20mm
 切削速度 : 85m/min (3,400min⁻¹)
 切込み量 : H4mm
 被削材 : S50C (180HB)

○加工可能 △チッピング発生 ×折損

図9 GSX MILL4枚刃1.5D φ8による溝送り限界

〈GSX MILLスロットの特長〉

GSX MILLスロットは独自の3枚刃切れ刃設計と、ドリリング時の切りくず排出性を格段に向上した深いギャッシュポケットにより、無垢からの穴あけ、溝加工、ポケット掘り込み加工まで1本で可能な多機能エンドミルである。ねじれ角と溝形状の最適化により切削抵抗の変動が小さく、小型マシニングセンターでもビブリの発生を抑え、高能率高品位加工が可能である。

GSX MILLスロット1.5Dφ10によるドリリングから溝の連続加工事例を、図10に示す。被削材SS400を切削速度88m/min、ドリリング送り速度160mm/min、溝送り速度540mm/min、切込み量H5mmで水溶性切削油剤を使用して280溝加工後の摩耗量を比較した事例である。GSX MILLスロット1.5Dの逃げ面摩耗量は約50μmと軽微であるのに対し、他社品は切りくずの噛み込みにより逃げ面部、境界部にチッピングを起こしている。

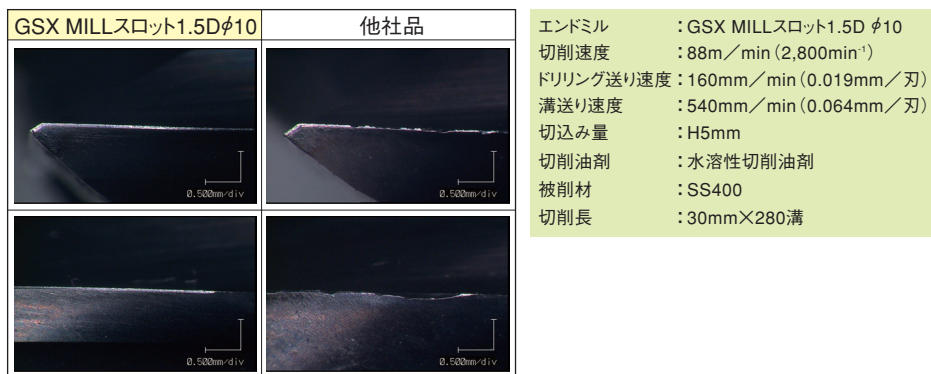
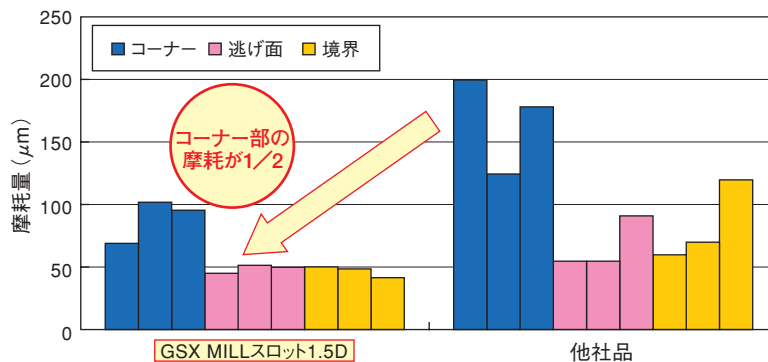


図10 GSX MILLスロット1.5Dφ10によるドリリング 溝連続加工事例

4.汎用性の高い新超硬エンドミルシリーズ

新超硬エンドミル「GSX MILL」は、多様化する加工方法やワーク材質に対応するため、豊富な刃数・刃長のラインアップでさまざまな部品加工カスタマーのニーズへの対応を可能にした。

例えば、高い壁部の高精度加工には、4D刃長の4枚刃を、1D以下の浅い溝加工には1.5D刃長の3枚刃を、高能率の深溝加工には3D刃長の4枚刃を、底面仕上げ加工には、1.5D刃長の2枚刃を、など、

部品加工に要求されるあらゆる加工形態をカバーするエンドミルシリーズである。また、あらゆる被削材、切削条件でも安心して加工できるよう、材料・設計・表面処理に大いに工夫を入れた。「GSX MILL」の加工形態対応を表2に、適用被削材を表3に示す。

新超硬エンドミル「GSX MILL」の開発により、NACHIと住友電工ハードメタルの協同開発商品は、39品目となる。

表2 GSX MILLの加工形態対応表

加工形態	側面加工		溝加工		ポケット加工 掘り込み	底面加工
	浅位置	深位置 深彫り	浅位置	深位置 深彫り		
GSX2C-1.5D	○		◎		○	◎
GSX2C-3D		○		◎	○	
GSX2C-4D		○		◎		
GSX3C-1.5D	○		◎		○	○
GSX3C-2D	○		◎		○	○
GSX4C-1.5D	◎		◎		○	○
GSX4C-3D		◎		◎	○	
GSX4C-4D		◎		◎		
GSXSLT-1.5D	○		◎		◎	

表3 GSX MILLの適用被削材一覧

構造用鋼	炭素鋼	合金鋼	プレハードン鋼	調質鋼 ダイス鋼	高硬度鋼			ステンレス鋼	耐熱合金 チタン合金	鋳鉄	アルミニウム 合金	銅合金
					SS	S45C S55C	SCM SCR					
○	◎	◎	◎	◎	◎	○		◎	○	○		

用語解説

- ※1 微粒系超硬合金
炭化タングステン粒径が0.8μm程度の超硬合金。
- ※2 ナノストラクチャー
緻密で微細な結晶構造。
- ※3 ギャッシュランド
コーナ部の欠損防止を目的に付けられた平面状のすくい面。

関連記事

- 1) 五島 康：高速高能率加工用エンドミル
「GS MILLハード」
NACHI-BUSINESS news、Vol.4 B1、August (2004)
- 2) 「機械と工具」：2008年9月号
発行：工業調査会