



アルミニウム合金加工用高能率カッタ アルネックス ANX 型

High-Efficiency Cutter for Aluminum Alloys Machining “ALNEX ANX Series”

木下 啓次*
Keiji Kinoshita

沖田 泰彦
Yasuhiko Okita

金田 泰幸
Yasuyuki Kanada

近年、自動車関連の産業では、地球環境保護のため、自動車の燃費性能改善が求められており、部品の軽量化やHV、EV、FCV車の拡大に伴いアルミニウム合金などの非鉄金属材料の使用割合が増加している。これらの部品加工においては、生産性を向上させるため、加工時間の短縮を目的とした高能率加工や、非切削時間短縮のため、取り扱いが容易な工具、切りくず処理性に優れた工具が求められている。さらに、単位面積あたりの生産性向上を目的とした小型加工設備に対応できる軽量工具も、近年では求められている。これらに対応するため、当社はアルミニウム合金加工用高能率PCD*1カッタ アルネックスANX型を開発した。本報ではアルネックスANX型の特長について述べる。

In automobile-related industries, the use of aluminum alloy and other nonferrous metal parts has been increasing to reduce the weight of vehicles for improved fuel efficiency and to respond to the increasing production of hybrid vehicles, electric vehicles, and fuel cell vehicles. To increase the productivity in machining of these parts, cutting tools are required to be easy to handle and excel in chip evacuation to reduce machining and preparation time. Furthermore, there is also a growing demand for lighter cutting tools suitable for compact machining equipment to improve the productivity per unit area of machining equipment. To meet these demands, Sumitomo Electric Industries, Ltd. has developed a polycrystalline sintered diamond cutter, ALNEX (ANX Series), for high-efficiency machining of aluminum alloys. This paper describes the features of the new cutter.

キーワード：PCD、アルミ、高能率、カッタ、切りくず処理

1. 緒 言

近年、自動車産業では燃費性能改善が求められており、車重軽量化のため、自動車部品に比重が小さく強度の高いアルミニウム合金の使用割合が増加している。またアルミニウム合金の仕上げ加工を行う生産現場では、生産性の向上に伴う加工の高能率化や工具単価の低減、非切削時間の短縮が求められている。また、切削時に大量に排出される切りくずによる様々なトラブルも大きな問題となっており、こ

れを解決できる工具が求められている。これらのニーズを全て同時に応えるため、新たな製造方法を確立し、機能性を向上させた独特な設計を行うことで開発されたアルネックスANX型（写真1）の特長と加工事例を紹介する。

2. アルネックス ANX 型の特長

2-1 超高速・高能率加工を実現

アルネックスANX型は独自に開発したブレードを刃先に採用している。このブレードは従来設計品よりも小型化に成功し、またカッタの部品点数を大幅に削減することで刃数が従来比約1.5倍の4.5刃/inchの超多刃設計を可能とし、カッタ径φ100mmにおいて刃数18枚を実現した。また、特殊形状によるブレードのクランプ方法および高強度なボディ設計、ブレードの軽量化を同時に取り入れることで、高速回転時の遠心力によるブレードの飛散を抑制するとともに刃先変位を最小化することに成功し、カッタ径φ100mmで最高回転速度 $n18,000\text{min}^{-1}$ での加工を実現した。これらの組み合わせにより図1に示す一刃送り0.1mm/tでも加工能率 $30,000\text{mm}/\text{min}$ 以上を達成し、かつ高能率な加工条件下においても、高精度で安定した長寿命な加工を可能とした。



写真1 アルネックスANX型

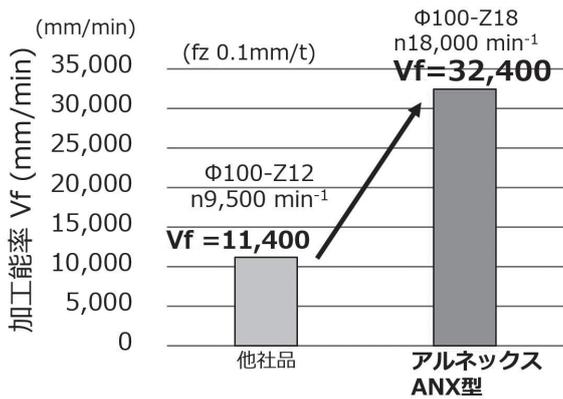


図1 加工能率

2-2 操作性の向上

PCDカッタでは工具の安定加工や長寿命化を行うため、工具の刃先高さのバラツキを5μm以下の高精度に調整し使用することを推奨している。従来のウェッジタイプの刃振れ調整機構を取り入れたカッタでは、刃先にPCDの付いたブレードをウェッジとカッタボディで挟み込みクランプする構造となっている（写真2）。この場合、ウェッジを締め付ける際にボディに大きな歪が発生するため、刃先高さは大きく変化しやすく、またボディ全体にも歪が発生するため、刃先高さの調整作業を何度も繰り返し行う必要があった。またカッタボディへの刃先ブレード搭載数が増えると、ブレード交換作業や刃振れ調整時間が長くなることに加えて、ポケットが小さくなるため、作業時の操作性が低下する傾向にある。

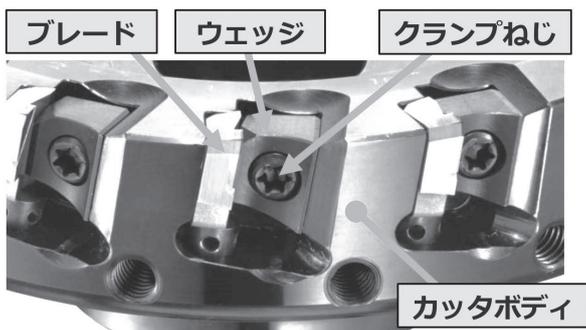


写真2 ウェッジタイプのカッタ構造

アルネックス ANX型はシンプルなクランプ機構と独自の締結方法を開発することで、ブレードのボディへの強固なクランプ力を保ちながら、クランプ時のボディ変形を抑えることで刃先位置の変化を最小にすることに成功した。ま

た、刃先高さの調整方法にも、従来品から改良を加えた。刃先高さの調整は、調整用スパナを用い調整ねじに設けた穴にスパナを挿入し、スパナを左右に動かすことで調整するが、この穴が従来のボディ構造では狭まった位置に配置されていたため、作業環境が暗い場所などではねじ穴を見つけにくいという課題があった。これを解決するため図2に示すようなボディにスリットを入れる構造とすることで、どの角度、目線からでもねじの穴を見つけやすくし、スパナの挿入を容易に行えるようにした。また、同時にスパナの可動域を160°と従来の約2倍に広げたことにより一度の操作での刃先高さの調整量が大きくなったことで、全長が短くなった再研磨品の使用時など、刃先高さのせり出し量が多くなる場合でも、高さの調整が容易になっている。これらの開発により、図3に示すように、アルネックス ANX型は一度の刃振れ調整操作にて刃先高さを調整することが



図2 高さ調整の改良

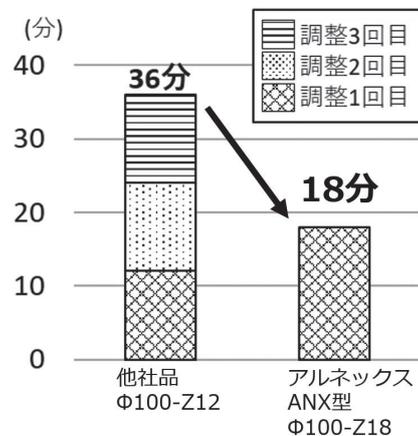


図3 刃振れ調整時間 (5μm以下)

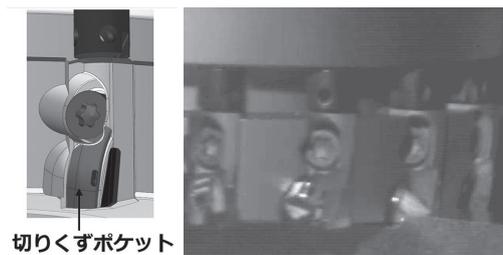
可能となり、多刃設計により刃数は従来比1.5倍に増えているにも関わらず、刃振れ調整時間は従来比半分と大幅に短縮することに成功している。

2-3 切りくず処理の改善

アルネックスANX型は新開発の超合金成型技術を採用することで、二つの大きな機能を持ったブレードの開発に成功した。第一の機能は、ブレードスルークーラントを用いた切りくずの分断である。これまで加工現場から、アルミニウム合金加工時に発生する長く伸びた切りくずによるワークや設備トラブル抑制のため、切りくず長さを3mm以下にする要望があった。しかし従来の製品は、主にカッタボディから直接刃先に向けてクーラントを吐出させていたため、吐出孔から刃先までの距離が長く、高速回転で使用する場合に吐出されるクーラントの大部分がボディから吐出直後に遠心力により外周方向に飛散していた。したがって、クーラントが刃先に十分に供給されず切りくずの長さも目標の3mm以下を達成できなかった。そこで当社では理想のクーラント吐出構造設計を追い求めた結果、最も刃先に近いブレードに吐出孔を直接開け、クーラントを吐出させることとした。カッタボディ内部から給油されたクーラントは写真3に示すようにブレードを貫通し、より刃先近傍に吐出される。これにより高速回転時でも安定して高い圧力を維持したままクーラントを確実に刃先に供給することが可能となるため、写真4に示すように切りくずをより細かく分断することができる。この機能により切りくずの絡みつきを抑制しワークからの排出を容易にしたことで、ワークや設備のトラブルを抑制することができた。さらに、長

く伸びた切りくずが刃先に噛み込んで工具の寿命を短くしていた加工上の問題に関しても、噛み込みを抑制することで工具の長寿命化に寄与している。

第二の機能は、切りくずポケットによるカッタボディへのダメージの抑制と切りくず排出方向の制御である。従来のカッタでは高速で排出される切りくずが鋼やアルミニウム合金製のカッタボディや部品を擦過することにより、これらの摩滅が早く進行し、カッタボディの寿命を短くしていた。しかし、アルネックスANX型では切りくずが擦過する部分を、図4に示すように、従来のカッタボディではなくブレードとし、その擦過部分に切りくず用ポケットを設け、更にブレードの母材を超合金としたことにより切りくずによる摩滅を大幅に抑制し、カッタボディの長寿命化が可能となった。また、切りくずを外部に誘導する最適な切りくずポケット設計とすることで図5に示すように飛散する切りくずを一定方向へ排出することを可能とした。これにより従来あらゆる方向に飛散していた切りくずを一定方向に排出することで、加工設備内での切りくずによる様々なトラブルを抑制することができる。



切りくずポケット

図4 ボディダメージの抑制

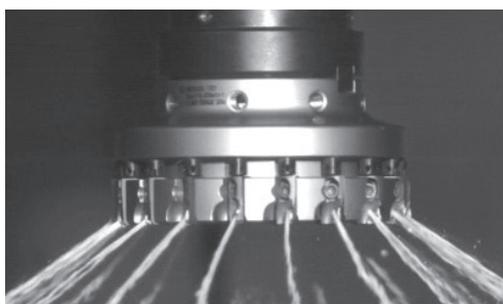


写真3 クーラントの吐出

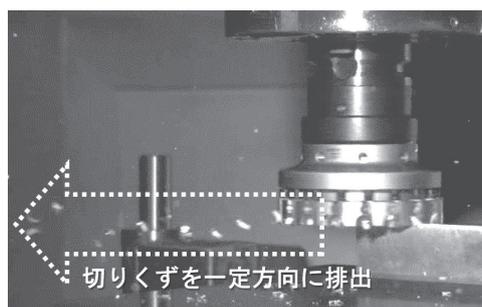
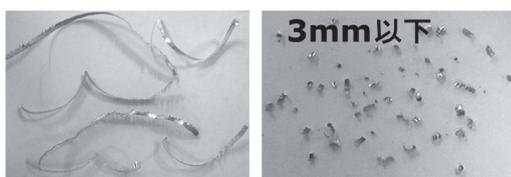


図5 切りくず排出方向の抑制



他社品

アルネックス ANX型

写真4 切りくずの比較

3. 使用事例

表1はBT30の小型M/Cによるアルミニウム合金製の自動車部品の加工事例である。工具径がφ125mmでありながら刃数を22枚搭載し高能率加工が可能で、カッタボディ

にアルミニウム合金を採用したことによりアーバ込みで1.75kgの軽量化を達成した。高速回転と多刃設計の仕様により、他社品に比べ加工能率4倍を達成し、工具の操作性の向上により非切削時間の大幅短縮にも貢献している。また、強靱かつ優れた耐摩耗性を発揮する当社のPCD材種スミダイヤDA1000を刃先に用いることにより、他社品が早期に刃先が欠損していたのに対し、アルネックスANX型は刃先欠損することなく安定加工を実現し、11倍の寿命を達成した。

表2はφ25の小径柄付きタイプを用いたアルミニウム合金製の自動車部品の加工事例である。他社品はろう付けPCD工具で、刃数および加工能率も同条件であったが、他社ろう付け工具は使用後の工具を再研磨する場合、工具1本全てを再研磨メーカーに預ける必要があり、予め使用する工具を必要以上に準備しておく必要があった。また例えば2刃の内一方の刃が大きく損傷した場合、ろう付け工具は再研磨不可能となり工具は廃却となってしまっていた。

一方でアルネックスANX型は刃先交換式であるため、使用後は刃先のブレードのみを再研磨に回すことができ、たとえ1刃が大きく損傷していた場合でも残りの1刃を再研磨し再利用が可能となり工具費削減に大きく寄与している。また、加工場面に応じ容易に最適な刃型に付け替えることが可能で、工具の扱いやすさでも好評を得ている。

表1 加工事例1

アルミニウム合金 ADC12 自動車部品	当社品	他社品	
立形M/C BT30 	使用工具	ANXA16125R22	PCDカッタ
	材種	DA1000	—
	ブレード	H	—
	刃径 (mm)	125	125
	刃数	22	6
	v_c (m/min)	3,142	3,142
	v_f (mm/min)	14,080	3,520
	f_z (mm/t)	0.08	0.073
	a_p (mm)	0.8	0.8
	a_e (mm)	—	—
	クーラント	Wet(内部給油)	Wet(外部給油)
	結果	加工能率4倍、寿命11倍、ボディ軽量化による非切削時間を短縮	

表2 加工事例2

アルミニウム合金 ADC12 自動車部品	当社品	他社品	
立形M/C BT30 	使用工具	ANXS16025E02	ろう付け
	材種	DA1000	PCD
	ブレード	R0.4	—
	刃径 (mm)	25	25
	刃数	2	2
	v_c (m/min)	471	471
	v_f (mm/min)	900	900
	f_z (mm/t)	0.075	0.075
	a_p (mm)	0.3~1.5	0.3~1.5
	a_e (mm)	7~10	7~10
	クーラント	Wet(内部給油)	Wet(外部給油)
	結果	内部給油により切りくず細断ブレードを交換できるため経済的	

4. 結 言

アルネックスANX型は市場からの要望に応えるために開発されたカッタである。高能率加工による生産性の向上はもちろん、それに伴うカッタの多刃化による刃先高さ調整等の作業増加も大幅に削減することができる。また切りくず処理性を大幅に向上することでトラブルの解消だけではなく工具の長寿命化も達成し、工具軽量化により小型加工設備での高能率加工も可能とし、加工時間・加工コストの削減だけではなく、設備の省スペース化と設備台数の低減にも貢献できる工具である。

用語集

※1 PCD

Polycrystalline sintered Diamond : 多結晶ダイヤモンド焼結体。地球上で最も硬いダイヤモンドの粒子を焼結しており高硬度で耐摩耗性に優れている。

・スミダイヤ、アルネックス、ALNEXは住友電気工業(株)の登録商標です。

執筆者

木下 啓次* : 住友電工ハードメタル(株)



沖田 泰彦 : 住友電工ハードメタル(株) グループ長



金田 泰幸 : Sumitomo Electric Carbide, Inc. 社長



*主執筆者