

B2 Machining

より多くのお客様でバリ極小化を実現する

「非鉄金属用バリレスシリーズ」

"Burrless Series for Nonferrous Metals" realizing minimization of burrs for many more customers

キーワード | 非鉄金属用バリレス・DLC-REVO・バリレス加工
生産性向上・自動化・省人化

工具事業部／工具技術部

酒谷 駿平 Shunpei Sakatani

要 旨

切削加工では、加工後のエッジに「バリ」と呼ばれる突起や残留物が発生する。バリは製品の品質を低下させるだけでなく、加工物を取り扱う際に怪我をしやすくなるなど、安全面においても問題があるため、後工程でバリ取りに多くの時間と費用をかけている。2023年12月に発売した「バリレスシリーズ」は、切削加工時のバリを極限まで低減しバリ取り工程を不要とした。

今回ご紹介する「非鉄金属用バリレスシリーズ」は、コーティングと形状の最適化を行なうことで、近年需要が増加しているアルミニウム合金を代表とした非鉄金属においてもバリの極小化によるバリレス加工を実現した。

Abstract

Protrusions and residues called burrs occur on the machined edges in cutting. Not only burrs deteriorate a product quality, but also pose a safety issue of being prone to injury when handling machined parts. Therefore, much time and cost are spent to deburring in the post-process. Burrless Series launched in December, 2023 reduced burrs to the utmost limit during cutting, eliminating the need for a deburring process.

“Burrless Series for Nonferrous Metals” introduced here has realized burrless cutting by minimizing burrs in nonferrous metals, such as aluminum alloys, for which demand has been increasing lately, through optimization of the coating and shape.

1. 開発の背景

2023年12月に発売したバリレスシリーズは、「切削加工でバリが出るのは当然」、「加工後のバリ取り作業は必要不可欠」といったこれまでの固定観念を覆し、幅広い分野で採用いただきバリレス加工を実現している。このことが日本のモノづくりの競争力向上、産業・社会の発展に貢献したとして評価され、モノづくり日本会議と日刊工業新聞社が主催する「2024年超モノづくり部品大賞」において、バリレスシリーズが「モノづくり日本会議 共同議長賞」に選出された。

さらに、近年は自動車分野のBEV化への変革や航空機産業の需要回復によりアルミニウム合金を代表とした非鉄金属部品や樹脂加工の需要が高まっており、これらの加工においてもバリレス工具を使いたいといったご要望をお客様から多数いただいた。

今回、非鉄金属の加工においてとくに問題となる展延性や凝着への課題に対し、新たにDLC-REVOコートの開発と工具形状の最適化を行なうことでバリレス加工を可能にした「非鉄金属用バリレスシリーズ」(図1)を発売した。



図1 「非鉄金属用バリレスシリーズ」

2. 「非鉄金属用バリレスシリーズ」の特長

アルミニウム合金は鉄と比較して軽くて錆びにくい特徴を持っている。また、電気や熱を通しやすく、展延性がありながら銅やマグネシウムなどを添加することで強度を高めることができる。これらの優れた特徴を活かして自動車や航空機といった輸送機械や半導体製造装置、建材などの様々な用途に使用されている。

切削加工の観点では、アルミニウム合金は加工性に優れており被削性が良いことで知られているが、他の金属と比べ展延性が高く、切削加工では大きなバリが発生する。また、アルミの融点は600°と低いため、切削加工時の加工熱により溶けたアルミが工具に凝着するといった特有の課題がある。これに対し、「非鉄金属用バリレスシリーズ」では、工具の基本要素である「コーティング」と「形状」で解決を図っている。

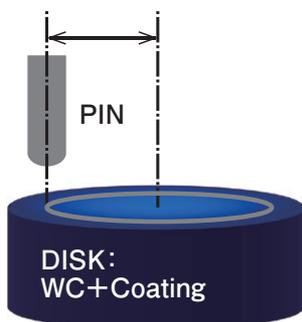
1) DLC-REVOコーティングについて

DLCはDiamond-Like Carbonの略で、ダイヤモンドに似た特性を持つ非結晶（アモルファス）の硬質膜である。今回新たに開発した、DLC-REVOコーティングは、膜硬度や耐熱性が高い水素フリーのテトラヘドラルアモルファスカーボン(ta-C)の表層に、摺動特性を付加した高機能DLC膜となっている。図2にピンオンディスク試験によるDLC膜の耐凝着性を示す。他社のDLC膜では摩擦係数が高く、ディスク表面にアルミが凝着しているのに対し、DLC-REVOコーティングは摩擦係数が低く、アルミニウムの切削加工で問題となる凝着が圧倒的に少ないことが判る。

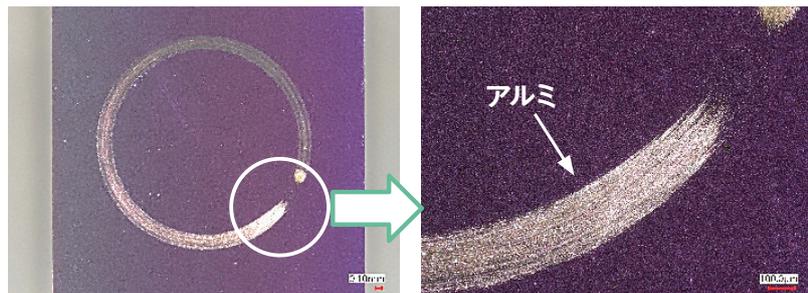
また、膜厚はサブミクロンと薄く、切れ刃エッジのシャープ性を高めたことで、バリレスに必要な切れ味を重視したコーティングとなっている。

ピンオンディスク試験

試験条件
ピン材質 A5052



他社DLC膜



DLC-REVO

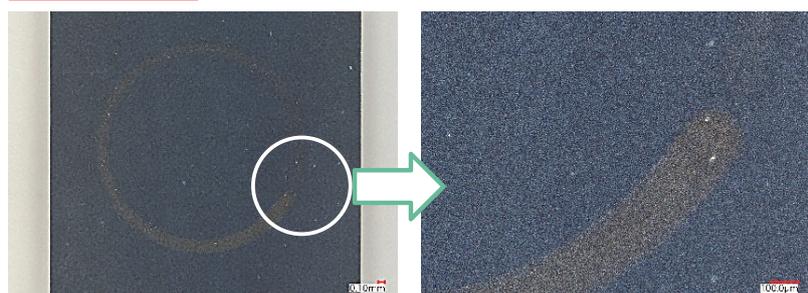


図2 コーティング表面のアルミ凝着比較

2) 工具形状の追求 「DLC-REVOドリルバリレス」

鋼用途のアクアREVOドリルバリレスでは、穴を広げながらバリを切り取るラジラス(R) エッジ(図3 ①)とドリルの振れを抑制し、バリ発生を抑えるセンタ(C) ポイント(図3 ②)の2つの特長によりバリレスを実現した。

今回のDLC-REVOドリルバリレスでは、アクアREVOドリルバリレスの基本コンセプトはそのままに、

展延性の高い非鉄金属でのバリを抑制するために、切れ味を向上させた形状を採用した。具体的には、強ねじれ角によりドリル主切れ刃でのすくい角を大きくすることで、主切れ刃貫通時のバリを低減した。(図3 ③) また、Rエッジのすくい角を大きくし、切れ刃を鋭利にすることでバリを極限まで低減した。(図3 ④)

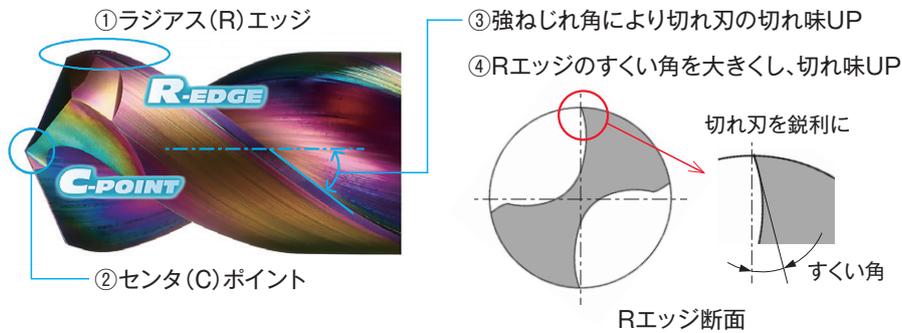


図3 DLC-REVOドリルバリレスの特長

3) 工具形状の追求 「DLC-REVOミルバリレス」

DLC-REVOミルバリレスでは、既存のアクアREVOミルバリレスの特長である上面・下面のバリを抑えつつ切削バランスが良好なダブル(W) ヘリカル(図4 ①)とねじれ角交差部の段差を抑制したコネクティング(C) チャンファ(図4 ②)をそのまま引き継いでいる。

さらに、非鉄金属のエンドミル側面加工において、過切削によるびびり振動(図4 ③)が発生し易いといった課題に対して、外周刃に微小逃げ面を設けることで対策している。(図4 ③)



図4 DLC-REVOミルバリレスの特長

3. 「非鉄金属用バリレスシリーズ」の性能と加工事例

1) 「DLC-REVOドリルバリレス」の性能

図5にアルミ用ドリルとDLC-REVOドリルバリレスによる、出口バリの比較を示す。アルミニウム合金のA5052を、ドリル径6mm、切削速度125m/min、送り量0.24mm/revで加工を行なった。アルミ用ドリルでは、バリ高さが0.61mm発生しているのに対して、バリレスでは

0.02mmと圧倒的にバリが小さいことが判る。

図6に示す、アルミニウム合金のA1050、A5052、A7075、ADC12、純銅のC1100、樹脂のポリ塩化ビニル(PVC)の初期バリ高さは、いずれの被削材でもバリレスを実現している。

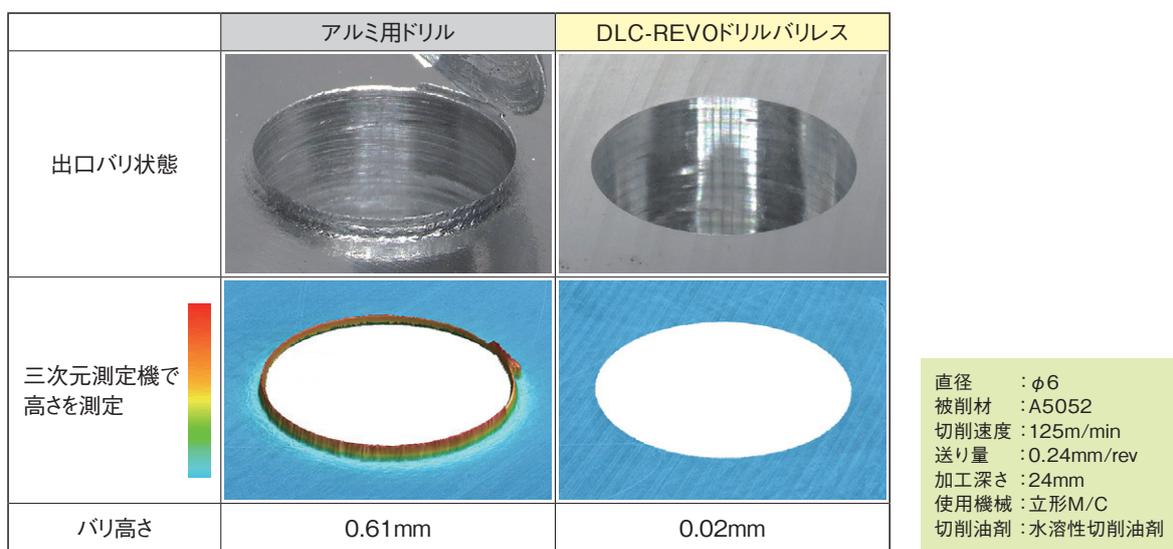
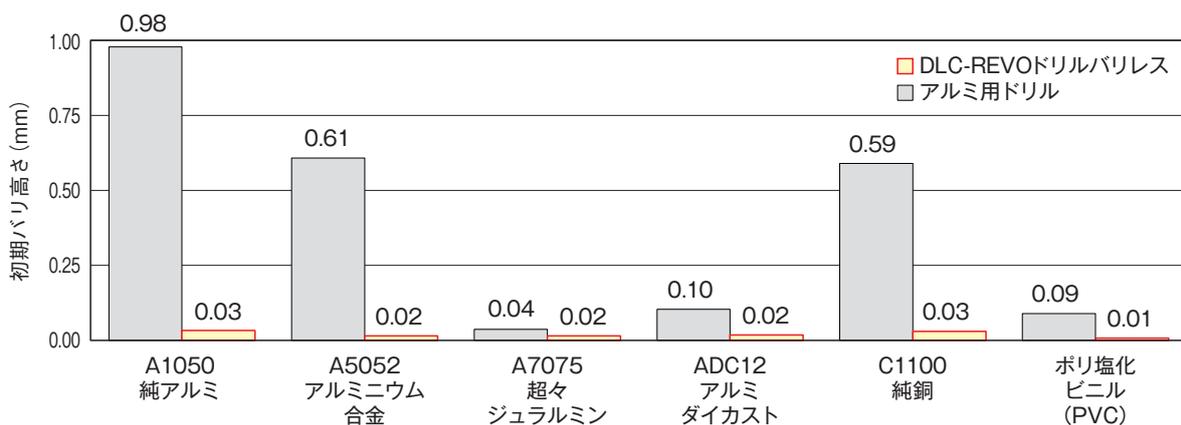


図5 DLC-REVOドリルバリレスの性能



被削材	直径 (φmm)	切削速度 (m/min)	回転数 (min ⁻¹)	送り量 (mm/rev)	送り速度 (mm/min)	加工深さ (mm)	使用機械	切削油剤
A1050	6	100	5,300	0.14	720	24	立形M/C	水溶性切削油剤
A5052		125	6,600	0.24	1,600			
A7075		125	6,600	0.24	1,600			
ADC12		100	5,300	0.27	1,430			
C1100		100	5,300	0.12	640			
ポリ塩化ビニル		100	5,300	0.18	950			

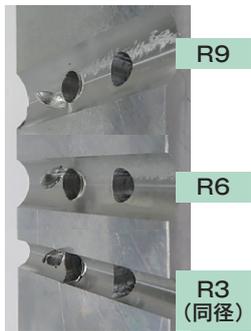
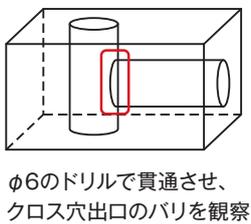
図6 DLC-REVOドリルバリレスによる被削材別バリ高さ比較

2) 「DLC-REVOドリルバリレス」の加工事例

図7にバリの除去が困難な2つの穴が交差したクロス穴での加工事例を紹介する。アルミニウム合金A5052において、判りやすくするためR3、R6、R9の面(軸)を出口側と見立て、φ6mmのドリルで軸心に向けて、切削速度125m/min、送り量0.24mm/revで

加工を行なった。

アルミ用ドリルでは、バリ高さが0.6mmを超えているのに対して、バリレスは0.03mm以下となり、曲面の出口形状でもバリが低いことが判る。



	アルミ用ドリル	DLC-REVOドリルバリレス
R9 φ18 相当		
R6 φ12 相当		
R3 φ6 相当		
バリ 高さ	0.6mm以上	0.02 ~ 0.03mm

直径 : φ6
被削材 : A5052
切削速度 : 125m/min
送り量 : 0.24mm/rev
加工深さ : 21mm
使用機械 : 立形M/C
切削油剤 : 水溶性切削油剤

図7 DLC-REVOドリルバリレスによるクロス穴加工

3) 「DLC-REVOミルバリレス」の性能

図8にアルミ用エンドミルとDLC-REVOミルバリレスによる、側面加工における上面側のバリ比較を示す。アルミニウム合金A5052を、工具径10mm、 $a_p=25\text{mm}$ 、 $a_e=0.1\text{mm}$ 、切削速度300m/min、送り速度2,750mm/minで加工を行なった。アルミ用エンドミルでは、バリ高さが0.053mm発生しているのに対して、

バリレスでは0.003mmでありバリがほとんど見られないことが判る。

図9に示す、アルミニウム合金のA1050、A5052、A7075、ADC12、純銅のC1100、樹脂のポリ塩化ビニル(PVC)の初期バリ高さは、ドリルと同様にいずれの被削材でもバリレスを実現している。

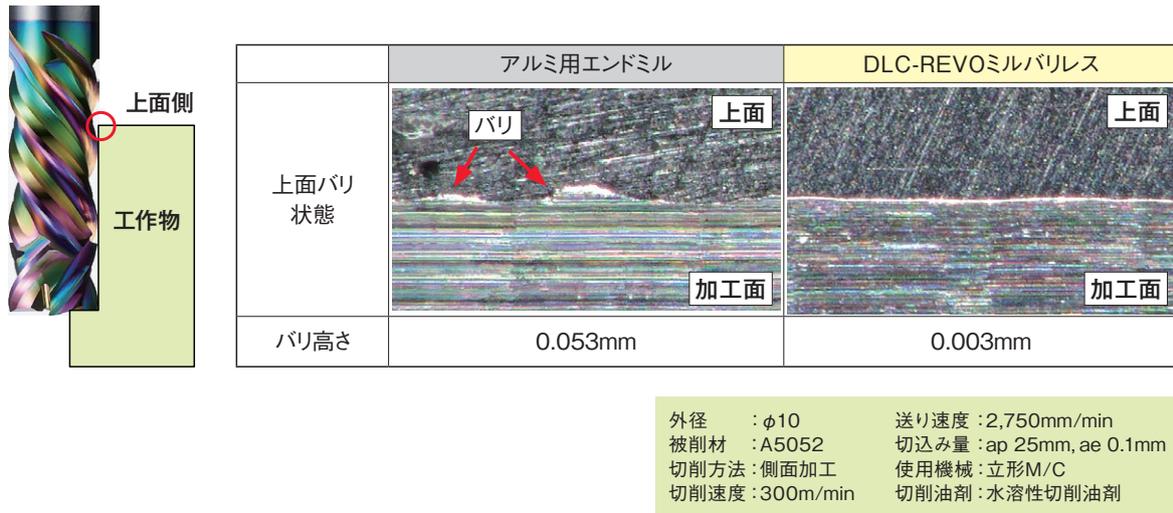
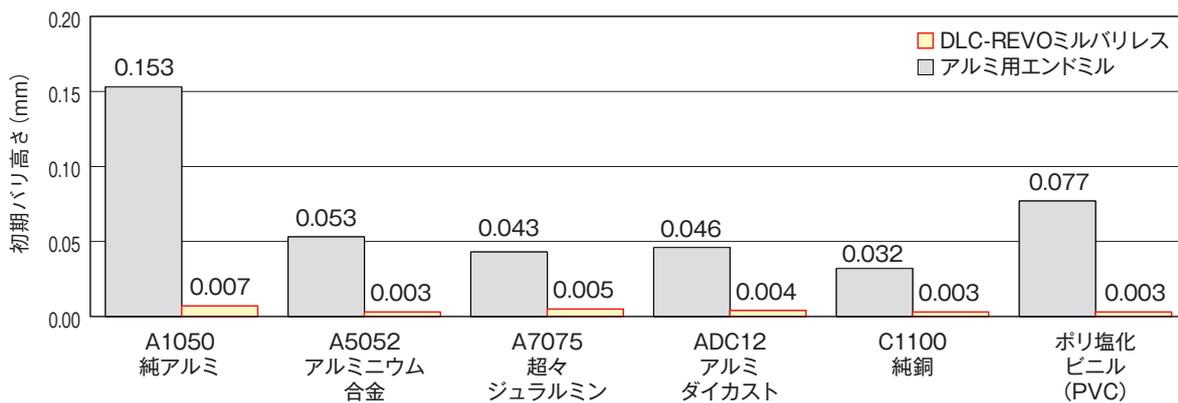


図8 DLC-REVOミルバリレスの性能



被削材	外径 (φmm)	刃数 (t)	切削速度 (m/min)	回転数 (min ⁻¹)	送り量 (mm/t)	送り速度 (mm/min)	切込み量 ap (mm)	切込み量 ae (mm)	切削方法	切削油剤
A1050	10	4	400	12,700	0.071	3,600	25 (2.5Dc)	0.1	側面 ダウンカット	水溶性 切削油剤
A5052			300	9,600	0.072	2,750				
A7075			300	9,600	0.072	2,750				
ADC12			270	8,600	0.071	2,450				
C1100			120	3,820	0.053	820				
ポリ塩化ビニル			100	3,180	0.080	1,020				

図9 DLC-REVOミルバリレスによる被削材別バリ高さ比較

4. バリレスシリーズの今後の展望

バリレスシリーズは、今回ご紹介した「非鉄金属用バリレスシリーズ」以外にも、用途にあわせた「アクアREVOミルトリミングバリレス」、「SGスパイラルタップロングシャンクバリレス」を加え、図10の通りドリルが2種類、タップが3種類、エンドミルが3種類で、合計8種類のシリーズラインナップとなった。

「バリは最初からない方がいい」といった究極のあるべき姿に挑戦し、バリの極小化を可能にしたバリレスシリーズは、幅広い被削材、加工シーンにあわせて今後もシリーズ展開し、バリ取り作業の削減による生産性向上や自動化・省人化に貢献していく。まずは一度ご使用いただき、バリレスを実感していただきたい。

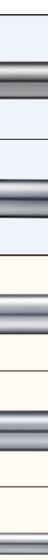
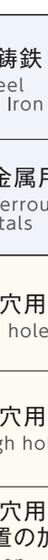
バリレスドリル Burrless Drills AQRVDBL4D アクアREVOドリルバリレス 4D AquaREVO Drills Burrless 4D		鋼・鋳鉄 Steel Cast Iron
DLCRVDBL4D NEW 非鉄金属用 DLC-REVOドリルバリレス 4D DLC-REVO Drills Burrless 4D		非鉄金属用 Non-Ferrous Metals
バリレスタップ Burrless Taps SGSPBL SGスパイラルタップバリレス SG Spiral Taps Burrless		止り穴用 Brind hole
SGSPBLL SGスパイラルタップバリレス 左ねじれ SG Spiral Taps Burrless Left Hand Helix		通り穴用 Through hole
SGSPLBL NEW SGスパイラルタップロングシャンクバリレス SG Spiral TAP Long Shank Burrless		止り穴用 深い位置の加工 Deep Brind hole
バリレスエンドミル Burrless Endmills RVMBL4G-2.5D アクアREVOミルバリレス 2.5D AquaREVO Mills Burrless Four Flutes 2.5D G type		主に鋼・鋳鉄 ステンレス鋼 Steel Cast Iron Stainless Steel
RVMTRBL4-1.5D NEW アクアREVOミルトリミングバリレス 1.5D AquaREVO Mills Trimming Burrless Four Flutes 1.5D		トリミング専用 Trimming only
DLCRVMBL4G-2.5D NEW 非鉄金属用 DLC-REVOミルバリレス 2.5D DLC-REVO Mills Burrless Four Flutes 2.5D G type		非鉄金属用 Non-Ferrous Metals

図10 バリレスシリーズ