

アルミのドライ加工を実現したDLC工具

	グラファイト	DLC	ダイヤモンド
構造			
ラマン分光法			
構造	グラファイト構造	アモルファス	ダイヤモンド構造
元素	C	C+H	C
硬さ		1 000~8 000HV	10 000HV

図 1 DLCの構造

ボール: SUJ2 ディスク: Film/HSS (Ry0.2μm)
 回転数: 500min⁻¹ 荷重: 100N ドライ
 試験機: CSEM Tribometer

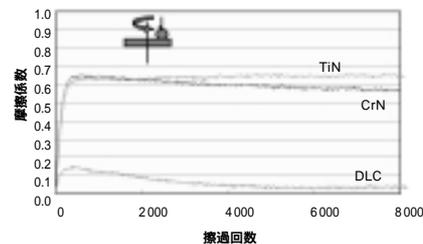
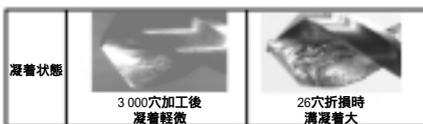
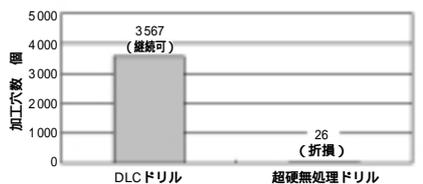
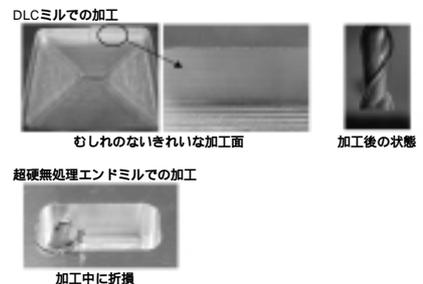


図 2 DLCコーティングの摩擦係数



加工条件
 工具寸法 5.5 × 28 × 72 穴深さ 16.5mm
 切削速度 100m/min (5800min⁻¹) 切削油剤 ドライ(エアブロー)
 送り量 0.08mm/rev (480mm/min) 使用機械 立型NCフライス盤
 被削材 アルミ合金鋳物ADC12

図 3 ADC12を3 000穴加工後のDLCドリルの状態



加工条件
 工具寸法 10S2 切り込み 15mm
 回転数 10000min⁻¹ (314m/min) 切削油剤 ドライ(エアブロー)
 送り速度 1000mm/min (f=0.05/刃) 使用機械 立型NCフライス盤
 被削材 圧延アルミA5052

図 4 A5052を加工後のDLCミルの状態

1. はじめに
 世界的に環境に対する意識が高まる中、機械加工の分野でも石油資源の使用量削減、産業廃棄物の削減の観点から、切削油剤を使用しない「ドライ加工」が注目され、実用化が進んでいる。

しかし、アルミニウム合金の加工は、凝着が発生しやすく、切りくず処理が問題になるためドライ化が困難であった。この問題に対し、非晶質でダイヤモンドに似た物性を持つDLC(ダイヤモンドライクカーボン)コーティングを開発し、アルミニウム合金のドライ加工を可能にした『DLCコーティング工具』を開発した。

2. アルミニウム合金の加工上の特性
 アルミニウム合金の切削加工上の阻害要因となるものに延性が大きいという点がある。アルミニウム合金を切削加工すると、工具切れ刃付近に被削材が凝着し構成刃先が生成される。この凝着は発生、成長、脱落を繰り返し、凝着が脱落するときに切れ刃にチッピングを引き起こし、工具寿命、加工面精度を劣化させる。また、刃先すくい面への凝着により切りくずの排出性が低下し、切削抵抗が増加し、最後には切削不可能な状態になる。切れ刃付近の凝着の形成要因としては、工具と切りくずとの接触面積、接触面での摩擦係数、接触時間及び切削熱による切りくずの活性化などが考えられる。この凝着の問題があるため、アルミニウム合金の加工には通常は切削油剤を使用し工具と被削材及び切りくずに潤滑膜を作り、凝着を発生しにくくする。DLCコーティングはアルミニウム合金のドライ加工を達成するために、切削油剤による潤滑効果の代替として開発したコーティングである。

3. DLCコーティング
 DLCとはDiamond Like Carbonの略称である。図1にDLCの構造を示す。DLCはグラファイトとダイヤモンドの中間の物性で低摩擦係数、高硬度、耐摩耗性に優れている。DLCコーティングの摩擦特

性を図2に示す。TiN、TiAlNなどの従来の切削工具に使用している膜種と比較し非常に低い値を示している。

4. DLCコーティング工具の特長
 DLCコーティング工具としてはドリル及びエンドミルを商品化している。工具形状としては、アルミニウム合金の加工に適するように、切れ味と切りくず排出性を重視した形状を採用している。

次にDLCドリル、DLCミルによる加工事例を紹介する。

図3にアルミニウム合金鋳物ADC12をDLCドリル 5.5でドライ加工したときの超硬無処理ドリルとの比較を示す。加工条件は切削速度: 100m/min (5 800min⁻¹)、送り量: 0.08mm/rev (480mm/min)、穴深さ: 16.5mm (L/D=3)、止まり穴としてテストを行った。超硬無処理ドリルでは溝面の凝着が大きく切りくずつまりによりわずか26穴で折損したが、DLCドリルでは凝着がほとんど発生せず3 000穴以上の安定した加工が可能であった。

図4に圧延アルミニウム合金をDLCミル 10でドライ加工したときの超硬無処理エンドミルとの比較を示す。加工条件は切削速度: 314m/min (10 000min⁻¹)、送り速度 (0.05mm/刃) a_a = 15mmとして、テストを行った。超硬無処理エンドミルは外周刃の凝着が大きく切りくず詰まりにより早期折損したが、DLCミルは凝着が軽微であり、また、加工面はむしろよく良好である。

5. おわりに
 DLCコーティング工具は、潤滑性に優れたDLCコーティングと切りくず排出性に優れた工具形状の組み合わせにより、今までほとんど不可能であったアルミニウム合金のドライ加工化を達成した。また、優れた耐凝着性は加工精度、加工能率も向上する。DLCコーティング工具はアルミニウム加工において環境問題への対応と生産性の向上による経済効果が期待できる工具である。

(原稿受付 2001年8月15日)
 【関口 徹 (株)不二越】