

No. 0002 / 2015年3月

Tung TECH

タンガロイ技術トピックス

MillLine

DOFEED

TUNGALOY

高能率加工を実現する 超高送りカッタ

ジョン・ミッチェル タンガロイ・カナダ ゼネラルマネジャー



タンガロイ主力製品である DoFeed シリーズは、フライス加工の常識を覆す革新的な超高送りカッタで最も好評を得ている工具のひとつである。

DoFeed は、多様なフライス加工に対応する汎用タイプのカッタで様々な被削材の加工に適している。

また、加工時間の大幅短縮、加工コスト削減、安定した長寿命の実現、加工面品位の高さ、機械への負荷が少ないなどの多くの優れた特長を備えている。

今日の機械加工産業において、サイクルタイムは生産性を左右する項目であり、必要な加工に対してどれだけの利益を上げることができるのかという重要な命題の一つとなっている。単純に切削速度（回転数）を高くすればサイクルタイムは短縮されるが、それによって工具寿命が短くなり、その短縮された時間をインサートの交換に費やしてしまう可能性もある。更に、インサート使用量が増えれば、その分工具費も高むという問題も生じる。

“DoFeed は、超高送りによる高能率加工が可能であり、切削速度を上げることなくサイクルタイムの短縮と工具寿命の延長を同時に実現することが可能である。”



切りくずを薄くする = 切削抵抗低減のカギ

DoFeed の超高送りによる高能率加工は、切りくずを薄くするというメカニズムに基づいている。切りくずの厚さは、工具の切込み角によって決まる。例えば、切込み角が 90° のカッタで刃当り送りを 0.2 mm/t に設定すると生成される切りくずの厚さは 0.2 mm で、刃当り送りと同じ値となる (図 1)。 45° の切込み角を持つカッタの場合、 0.25 mm/t の刃当り送りでは切りくず厚さは、 0.178 mm となる (図 2)。このように切りくず厚さが薄くなれば、刃当り送りを高くすることができるため加工能率は向上する。DoFeed の場合、厚さ 0.178 mm の切りくずを生成するには、刃当り送りを 1.27 mm/t まで上げることができ (図 3)、加工時間を半分以下にすることが可能となる。

カッタの切込み角で決まる切削抵抗の作用する方向も、DoFeed の強みである。切込み角が 90° の場合 (図 1)、切削抵抗は機械の主軸に対してほぼ垂直に働くため、機械に大きな負担がかかる。切込み角が 45° の場合 (図 2)、切削抵抗は主軸に対して 45° の方向からの負荷となる。DoFeed の切込み角 ($15^\circ - 17^\circ$) (図 3) はさらに小さく、切削抵抗が主軸とほぼ平行に作用するため、機械への負担が非常に少なくなる。

図 1 - 切込み角： 90°

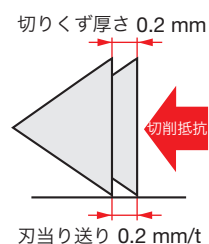


図 2 - 切込み角： 45°

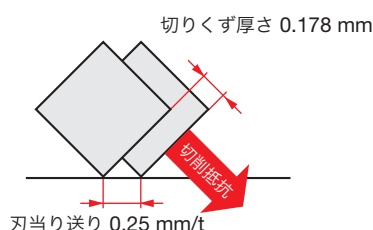
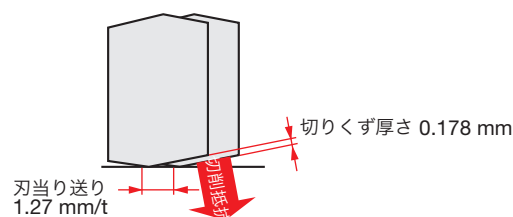


図 3 - DoFeed: $15^\circ - 17^\circ$



この特性は、突出しの長い工具での加工にも適し、斜め送りにも対応可能で、三次元のヘリカル加工を用いた超高送りによる高能率穴あけ加工が可能となる。また DoFeed では、一本の工具で異なる径の穴あけ加工、繰り広げ、座ぐり加工が可能で、それぞれの加工径ごとに他の工具を準備する必要がなく、その結果、加工時間と工具費を大幅に削減することができる。

超高送り加工は、大型部品の平面加工にも最適である。通常、高送り加工では加工面が粗いため、別の工具による仕上げ加工を行う必要がある。



DoFeed は、超高送りによる平面加工で優れた仕上げ面粗さを実現するワイパーインサートもラインナップし、これによって仕上げ加工を省くことが可能であり、工程削減を実現する。

荒加工を仕上げ形状に近づける

DoFeed による超高送り加工では、小さな切込みでも切りくず排出量が増える。また、切込みを小さくすることにより、荒加工でも仕上げ形状に近い形に加工が可能になる。他の荒加工用工具に比べて、最終仕上げ加工までの工程を削減できるため、全体の加工時間が大幅に短縮される。

DoFeed による超高送り加工は、平面だけでなく三次元加工でも抜群の性能を発揮する。

工具による切削加工は、目指す形状になるまで材料の塊を削っていく加工であり、これはサブトラクティブ（減法）と呼ばれる。これに対してアディティブ（加法）の代表が、3D プリンタである。3D プリンタでは薄い層を積み重ねていくことで三次元形状を成形するが、DoFeed による等高線加工は、素材から薄い層を 1 枚ずつ取り除いていくように最終形状に近づけていく。いずれの方法でも、連続する薄い層が徐々に目指す形状を形作っていくという点では共通のメカニズムである。



様々な被削材に対応

最後に、DoFeed が様々な被削材の加工に適していることにも触れておきたい。金型に用いられる炭素鋼、合金鋼のような被削材の加工に最適だが、加えて、チタンやインコネルなどの難削材の加工にも適している。難削材では、加工時のせん断角が大きく、切りくずが厚くなりやすい。一方、従来の両面仕様インサートでは切れ刃は負（ネガ）のすくい角を持つため、被削材を押し付ける力が作用し、難削材では加工硬化が生じ切削性が極めて悪かった。しかしながら、DoFeed のインサートは両面仕様でありながら、独自の切れ刃形状と深いインクリネーションにより、切れ刃は正（ポジ）のすくい角を持つことで切れ味が鋭く、難削材の加工でも加工硬化が生じ難く非常にスムーズである。

例えば、チタン合金は軽量かつ強度があることから航空宇宙産業でよく利用される材料であるが、一方でチタン合金は延性が高く弾性係数も大きいことから、切りくずが厚くなり加工し難いという特長も併せ持っている。しかしながら、DoFeed の鋭い切れ刃を持つインサートであれば切削抵抗も低く、安定した高能率加工が可能となる。

DoFeed は、鋼・鋳鉄からチタン合金等の難削材まで幅広い被削材に対し、加工時間を劇的に短縮でき、機械加工費の大幅な削減に貢献する革新的な超高送りフライス加工用工具である。その優れた性能と並はずれた加工能率により、DoFeed はあらゆる部品加工産業において非常に高い評価を得ている。

加工事例：航空機部品

被削材：取付け金具（エンド・フィット）

材料：チタン合金（Ti-6Al-4V）

カッタボディ：EXN03R025M25.0-05

（工具径： $\phi 25$ mm、刃数：5）

インサート：LNMU0303ZER-ML AH130

切削速度： $V_c = 40$ m/min

刃当り送り： $f_z = 0.71$ mm/t

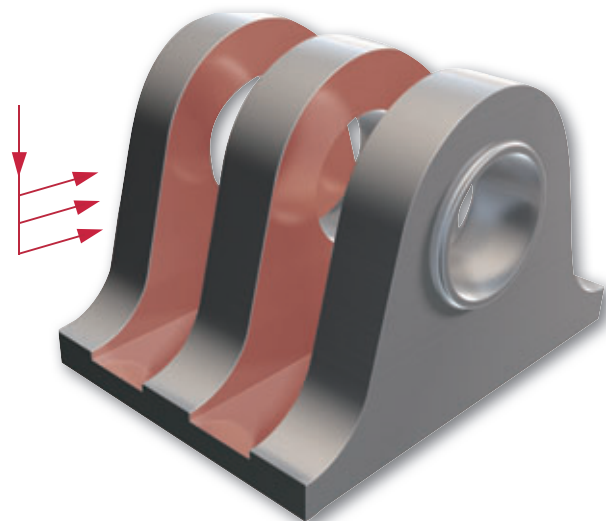
送り速度： $V_f = 1800$ mm/min

切込み： $a_p = 0.8$ mm

切削幅： $a_e = 5 - 25$ mm

切削油：湿式

機械：横形マシニングセンタ



結果： DoFeed では、切れ味の鋭い ML チップブレードと靱性の高い AH130 材種の組合せにより、切りくずの溶着が無く、コーティング剥離による損傷も発生しなかった。

その結果 DoFeed は、コーナ当りの加工部品数が他社工具の 2.5 倍という長寿命を実現した。

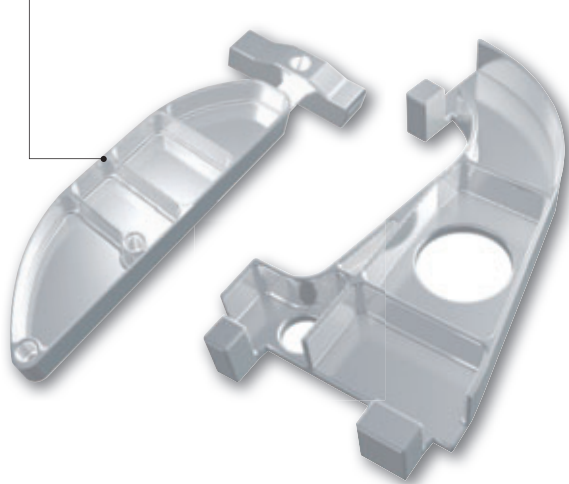
DoFeed は多刃仕様のカッタボディと低切削抵抗の ML チップブレードの組合せにより、チタン合金の加工においても、びびりの無い安定した高能率加工と長寿命を実現する。

代表的な加工部品

・金型



・航空機部品



・インペラー

