

図3 L/D=5程度の切りくず生成機構

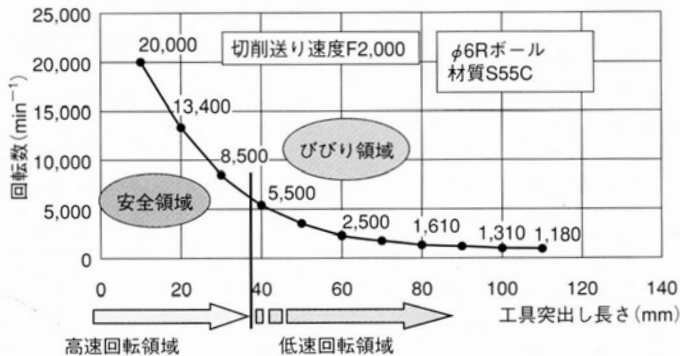


図4 工具突出し長さおよびびびり限界回転数

となる。図4はどれくらい回転数を下げればびびりが抑えられるか、工具突出し長さおよびびびり発生限界回転数の関係を表したグラフである。

図4より、工具突出し長さが長くなるに従い、びびりを発生させない回転数は低下していく。突出し長さ10mmでは20,000回転までびびりなく加工できるが、突出し長さ35mmになると6,000回転以上では、びびりが発生することを示している。

4. 通常、安全に削れる突出し長さは35mm (L/D≒6)程度が限界

超深彫り加工を実現しようとして、例えば、突出し長さを120mm (L/D=20)にすると、図4では回転数を1,100回転まで下げるとびびりが止まり、直彫り加工ができることを示している。切削送り速度はF2,000で一定とした場合の条件である。この場合、1刃切削量 $f_z=0.5$ mmになる。

$\phi 6$ ボールの1刃強度限界は $f_z=0.15$ mm程度であるので、 $f_z=0.5$ mmでは刃先強度限界をはるかに超えた値のため、工具は破損してしまう。

また、回転数が7,000回転程度になってくると、1刃切削量 f_z は刃先強度限界値0.15mm近くになるため、工具破損領域に近づいてしまう。そのため、回転数は7,000回転以上の高速回転領域の方が安全に削れるということになる。この時の工具突出し長さは図4から35mm程度で、これが、通常いわれている切削加工の限界となる。

5. 超深彫り加工の世界に入るためには、現状の刃先強度を5倍以上に強化した超高剛性刃先の工具が必要

「高速高送り加工用工具」は、切りくずのすくい面上での滑り抵抗を少なくするすくい角 α の大きい刃先

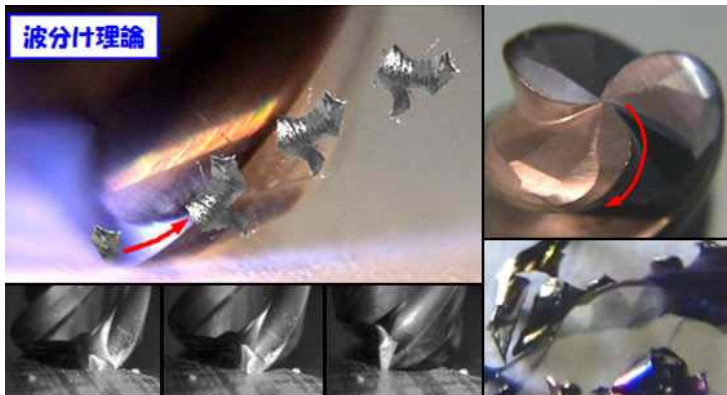


図5 低速高送り切削—波分け理論で設計した工具のすくい面

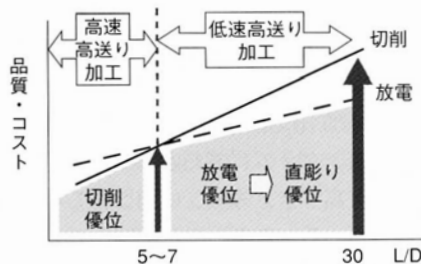


図6 低速高送り加工を採用すると、L/D=30程度まで可能となる

構造となっている。したがって、刃先強度が低くなっていた。それに対して、「低速高送り加工用工具」では、工具すくい面に3次元ネガ徐変曲面を導入して、刃先をソロバン玉形状にしている。またすくい角 α は小さく、刃先強度が非常に高くなっている。(図5)。同時に、スパイラル刃形の採用により、切削圧力の軽減と切りくずのスムーズな流動排出も実現した。これを「波分け理論」と呼び、画期的な新切削理論である。

L/D=30以上のNC直彫り加工を低速回転条件で実現し、さらに加工はびびりなく安定し、切削温度は非常に低くなるため、高精度で超長寿命、大切りくず排出量で高能率な超深彫り加工を、世界で初めて実現した(図6)。