

切削工具の新たなステージを切り開く ロロマテック社フェムト秒レーザー加工機 LaserSmart510 femto

1.はじめに

欧州市場では、2003年頃から単結晶、CVDダイヤモンドチップのろう付け工具を中心にレーザー加工機が利用され始めた。ダイヤモンド工具の主流であるPCDは、ダイヤモンド粒子とコバルト等の導電性があるバインダからなる。放電や研削はバインダを除去することで、PCDに形状を成形する。放電はバインダに変質層を形成し、研削は物理的な衝撃をダイヤモンドに与えてしまう。しだいに、バインダの変質を抑制し、チップングなく直接ダイヤモンドを切断できるレーザー加工の有効性が認知され、レーザー加工機がダイヤモンド工具業界に普及した。そのような中、2022年5月にドイツで開催された研削専門見本市GrindingHubで革新的なレーザー加工機がスイス・ロロマテック社から発表された。フェムト秒レーザーを搭載したLaserSmart510 femto(以下LS510 femto)である。

2. LS510 femto で高品位工具を高速全加工
非熱領域の微細加工が可能なフェムト秒レーザーは、眼科手術に活用され、工業用には、マーキング、微細加工等の用途で利用されてきた。LS510 femto(図1上)は業界で初めて本格的にダイヤモンド工具を加工する機械として注目を集めている。ワンクランプでブランク加工から刃付けまで担い、総形工具の輪郭形状加工、チップブレイカ加工、円筒加工、ドリルやリーマの丸ランドのマージン加工に対応する(図1下)。他の工業用レーザーと比較し、優れた面品位と高速加工能力を兼ね備え、PCD、CBN、超硬、セラミックスの多様な材質の加工

に応える。高能率加工、被加工材の柔軟性、面粗さ、小径長尺・小ロットの超硬工具の適応の観点から以下記述する。



図 1. LS510(上)とチップブレイカとマージン付き工具(下)

2.1 溶解物未形成の高能率加工

一般的な工業用レーザーの場合、被加工材が気化する温度には達しにくいいため、溶融物のデブリが発生する。発生したデブリは、追加のレーザー工程で除去する必要があり、取り代に応じて、デブリも増し、加工時間が長くなる。一方、フェムト秒レーザーの極短パルスの場合、溶融物の発生がほぼ皆無であり、デブリ除去不要の高能率な加工が可能となる。一般的なレーザーと比較し、加工時間を30~50%短縮する。

2.2 被加工材の柔軟性

加工に必要なレーザーのピーク出力は、パルスエネルギー/パルス幅で計算される。本機に搭載されているレーザーは、フェムト秒(1000兆分の1秒)という極めて短いパルス幅により、高いピーク出力のレーザーを瞬間的に照射する特長がある。超硬、PCD、CBN はもちろんのこと、熱衝撃によるクラックが発生しやすいガラス、サファイヤ、セラミックスを非熱加工する。窒化ケイ素、酸化ジルコニウムをクラックなく加工し、平均面粗さ $0.07\mu\text{m}$ を実現している(図2)。



| 超硬 | PCD | CBN | セラミックス |
|--------|--------|--------|--------|
| Ra0.04 | Ra0.06 | Ra0.08 | Ra0.07 |

図2. 多様な材質に応える柔軟性

2.3 高い再現性で優れた面粗さを実現

加工時の溶融物がほとんど発生しないフェムト秒レーザーの場合、加工面粗さが他のレーザーに比べ優れている。PCD 一体焼結形ソリッドの場合、一般的なレーザーの面粗さ Ra0.1 に対し、 $Ra0.06\mu\text{m}$ の優れた平滑性による加工が可能である。超硬工具の場合、通常のレーザーの面粗さ $Ra0.2\sim 0.3$ に対し、面粗さ $Ra0.04\mu\text{m}$ を実現する(図3上)。この面粗さは、安定した連続加工が難しい高い番手の仕上げ用ダイヤモンド砥石の領域である。フェムト秒レー

ザの場合、研削盤で発生する砥石の目詰まり、摩耗、ドレス等の誤差要因がないため、高い再現性を容易に達成することができる。

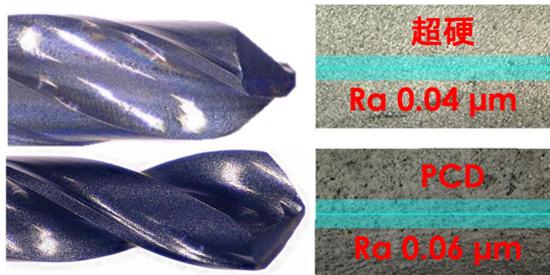


図3. フェムト秒レーザーの加工面粗さ(上)、エンドミル、4枚刃、 $\phi 0.6 \times L6\text{mm}$ (下)

2.4 小径長尺・小ロット超硬工具への適応

研削盤で超硬エンドミルを加工する場合、プランクと刃付け加工用に砥石を5~8枚準備し、1~2日かけて砥石成形し、段研と工具研削盤の段取りをする。工具製造の現場では、小ロット工具の段取りのため、加工機が停止していることが少なくない。一方、本機の場合、段取りが必要な機械を一台に集約していることに加え、砥石準備や砥石管理が不要である。加工開始までの準備時間、作業者の依存度低下の視点から、数十本以下のロット数であれば、フェムト秒レーザーの優位性が高い。小ロット工具の加工をフェムト秒レーザーで補い、一定数のロットには、生産能力に優れる研削盤で対応し、研削盤の稼働率を改善している事例もある。さらに、研削では困難な、刃径

0.6mm、刃長6mm、4枚刃、ねじれ角30度、センターカット付きの小径長尺のエンドミル(図3下)についても、本機であれば完全無人運転の安定した連続加工が可能だ。

3. おわりに

フェムト秒レーザー搭載ロロマテック社 LaserSmart510 femto は、一般のレーザーと比較し、優れた面品位と高速加工能力を兼ね備え、PCD、CBN、超硬、セラミックスの多様な工具材質に柔軟に応える。さらに、超硬工具においても、ロット数に応じ、フェムト秒レーザーを活用することで、研削盤のダウンタイムを抑制し、稼働率改善に寄与する。自社の優位性を高めるために、従来通りの製造工法に固執するのか、それとも革新的なフェムト秒レーザーの加工技術を好機と捉えるのか判断の時である。切削工具製造の新たなステージを切り開くフェムト秒レーザーが、日本のものづくりに貢献できるよう尽力したい。

以上