

解説 6

プレス金型の磨きとせん断加工への効果

(株) LSI
遠藤勝弘*

(株) LSI の社名は、「Lapping Service Innovator」の頭文字を由来としている。

「磨き」というと、鏡面磨きのイメージで「polish (ポリッシュ)」という表現が一般的に用いられる傾向にあるが、当社では、表面粗さ別に Rz1.6 (▽▽▽) までをポリッシュ、Rz0.8 (▽▽▽▽) 以下をラップとして区別している。本稿では、polish (ポリッシュ)、ラップ (lapping) ではなく磨きと表記する。

昨今のプレス加工における難加工材の加工スピードの向上や製品への高精度要求など条件が厳しいことから、表面粗さは重要な管理項目である。

当社の事業の柱である磨きの受託サービスには金型磨きが多くを占めている。特に金型業界において非常にニッチな金型磨き受託業務の中でも、鏡面仕上げが必須な樹脂成形用金型の受託サービスは多く見られるが、当社のような鍛造型やプレス金型の磨きの受託サービス企業は少ない。当社のこだわりとしては単に表面粗さを向上させ鏡面にするだけでなく、寸法精度や形状を維持しつつ加工目を取り除き、使用内容に応じて(曲げ、絞り、せん断など)当社独自のノウハウと特殊技術による磨きをすることで評価を得ている。

せん断加工には慣用せん断や精密せん断加工といった種類があり、加工対象の板厚や材料硬度な

どの諸条件に応じてクリアランスや型構造などを考慮することが最も重要である。各ユーザーが的確なクリアランス設定を行ったうえで、当社は別のアプローチとしてせん断加工における表面処理の重要性を提唱している。

さらに、精密せん断加工もまた現代の製造業において不可欠な技術であり、高精度かつ高効率な加工を実現するための重要な技術である。この加工技術においてプレス金型の磨きが果たす役割は非常に大きく、磨きの品質が最終製品の性能や加工精度に大きく影響を与える。以下では、プレス金型の磨き工程、当社の技術的特徴、磨きがせん断加工に与える効果、そして自動車産業における応用事例について詳述する。

プレス金型の磨き技術と使用する工具

一般的な磨きの手法として、粗磨き、中磨き、仕上げ磨きと砥粒を細かくして鏡面仕上げまで行う。磨き工程は大きく分けて「砥石」→「ペーパー」→「ダイヤモンド」の順であり、特に手磨きは汎用性があり、機械では真似できない高次元の表面性状を実現する。しかし、磨きと一言で言っても磨き手の経験と技術に依存する繊細な作業であり、作業者のその日の体調や経験によって人為的な誤差が生じる可能性があり、人によりばらつきが生じる。当社における手磨きの誤差対策について、具体的な方法を示す。

当社の磨き技術は、磨きの前に行う社内での寸法測定により磨き代および表面粗さを正確に把握

し、磨き前の表面粗さと図面要求粗さとの差を考慮するものである。さらに、円形や板状、異形といった形状別に磨き方法を選定し、砥石の種類や番手を慎重に選び、磨き工程を決定することで精密な仕上がりを実現している。

この磨き前の状況把握こそが、形状を維持し、人によるばらつきを最小限に抑えることを可能にするものである。また、磨き工程を決める際には、切削加工や研磨加工、放電加工といった異なる加工方法に応じて磨き代も異なるため、磨き工程ではその管理およびユーザーとの事前打合せが重要かつ必須である。

高い次元での寸法精度、形状 (R、角度)、面粗度を実現するため、当社は金型部品の製作 (外部委託ではあるが) も請け負っており、加工後の表面粗さ、磨き代、コーティング代を考慮した作り込みを行っている。

プレス金型の磨きのポイントとその重要性

ここでなぜ表面粗さが重要かについて当社の考えを述べてみる。

せん断加工は、金属の板材をパンチとダイの間で圧力をかけることで局部的に強い応力を与えて金属を切断する加工方法である。そのため、せん断においては特にパンチとダイの摩耗が製品寸法に非常に大きな影響を与える。パンチとダイの表面が滑らかなことで金属板との摩擦が減少し、せん断面の品質が向上する。これにより、二次加工の手間を削減できる。

また、精密な磨きによってパンチとダイのエッジが均一に保たれることで、せん断時の切断抵抗が減少し、加工効率が向上する。刃先の摩耗が進行すると、せん断面の面精度の低下や打抜き寸法精度の低下の不具合につながる。特に PVD コーティングを行っている場合、膜剥がれが発生しやすくなるため、コーティング膜の性能を十分に発揮させるには、下地となる金型表面の粗さに特に注意する必要がある。

精密せん断加工においても同様に、磨きを与える影響は非常に大きく、特に加工効率および製品品質の向上が期待される。磨きが施された金型は摩擦抵抗が少なく、せん断面が滑らかであるため、

せん断加工の効率が向上し、金型の寿命も延長される。例えば、パンチやダイの刃先が摺動方向と同じ磨き目で仕上げられることで摺動抵抗が減少し、摩耗が抑えられる効果が得られる。さらに、刃先が磨きでだれが発生しないように磨くことも大切である。

パンチ刃先への微細 R が及ぼす工具寿命への影響

せん断はしばしば単なる切断と捉えられがちであり、パンチやダイの角がはさみのように、刃先が鋭利であるほうが良いと誤解されることが多い。しかし、せん断は広義において塑性変形加工に分類されるため、必ずしもピン角である必要はない。刃先に微細 R 処理を行うことで、刃先のバリ処理としても有効でチッピング対策にもなる。バリが残ったまま PVD コーティングを施すと、早期のコーティング膜剥がれの原因となりやすい。

また、精密せん断では、チッピング対策や良好なせん断面を得るため、上端面の研磨面と外周のワイヤ加工面との刃先処理として、パンチやダイの角に R 付けや面取り (面付け) といった特殊加工が必要だが、当社では手加工で行うことで加工機では実現できない切刃形状の重要な要素を作り上げている (図 1)。

その一例として「位相合せ」と呼ばれる加工時のパンチの位置出しが挙げられる。マシニング加工で R0.1 程度の R 加工を行う場合、位相合せ次第では R の食込みや刃物の空振りにより、全周にわたり均一な R が得られないといった問題が生じる。しかし、図 2 のように当社の手磨きでは輪郭形状測定機で現品を確認するだけでなく、作業前にその日の手感覚を確認しつつ R モデルを製作し、磨き作業を行い微細 R も鏡面にする。さらに、手磨きによって R や面取りの始点・終点のストレート部との交点を滑らかに仕上げることで摩耗の起点を除去することが可能である (図 3)。

また、ワイヤ加工部では、加工熱により硬化層や微細なクラックなどの加工変質層が形成され、これにより表面が脆化し、金型の焼付き不具合や繰返し使用による摩耗や疲労が早期に進行し製品精度に影響を及ぼす。加工変質層が存在する状態

* (えんどう かつひろ) : 営業部 グループマネージャー
〒459-8001 名古屋市長区大高町字上塩田 46-1
TEL : 052-680-9368

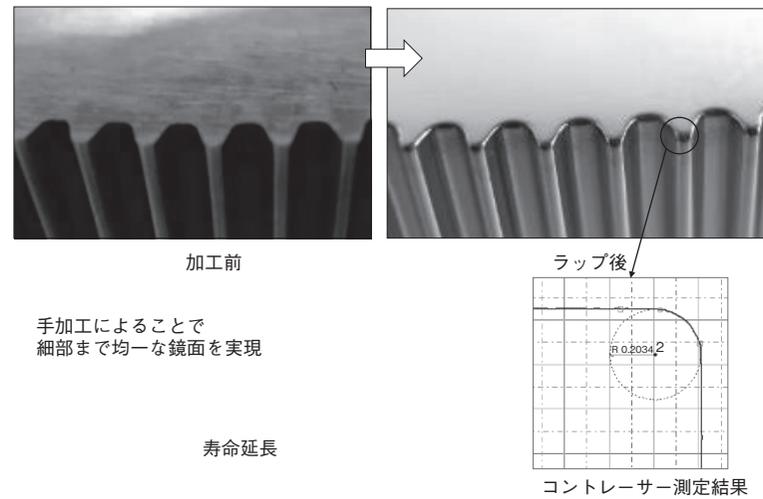


図1 LSIの特技:手加工によるR付

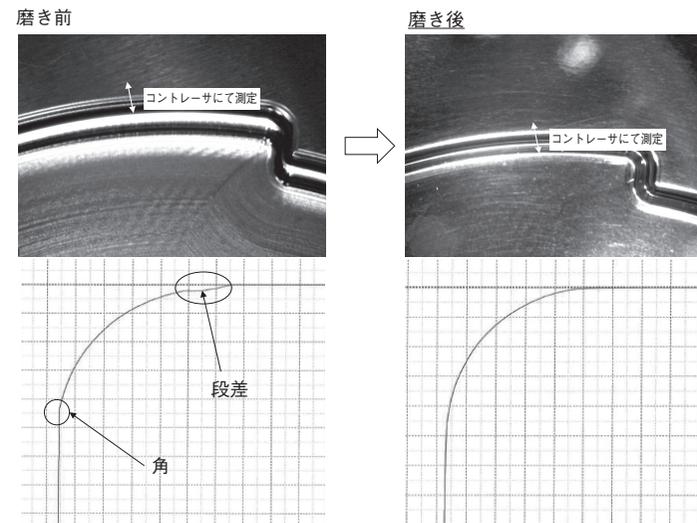


図2 欠円Rの磨き事例

でPVDコーティングを行うと膜の生成不良の原因となるため、磨きによって変質層を除去することが必要である。

また、当社で磨いた金型の多くは次工程でPVDコーティング処理が行われる。ここで、PVDコーティングにおける磨きの重要性和密着力向上の原理についても紹介したい。

コーティングを行う際、表面が粗いとコーティング膜が凸部と凹部に均等に付着しにくく、特に凸部で膜厚が薄くなりやすいため、応力集中が生じて剥がれやすくなる。これに対し、滑らかな表

面ではコーティング層の膜厚を均一に保つことができ、膜の安定性が向上し、結果として密着力も強化される。

さらに、アーカイオンプレーティング法でのコーティング膜種の場合、ドロップレットなどの影響で元の表面粗さからRz1.0程度表面粗さが悪化する傾向がある。そのままの使用では、金型寿命のばらつきや早期のかじりなどが発生しやすいため、コーティング後の磨きも重要である(図4)。

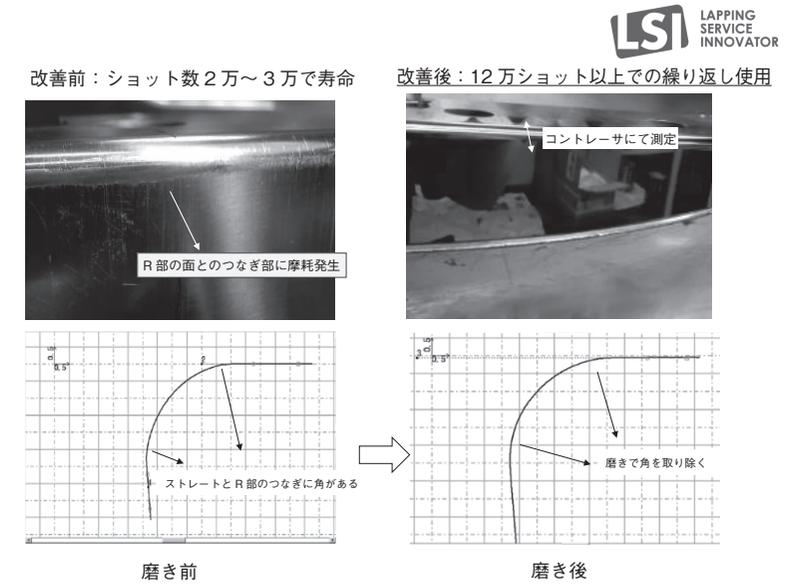


図3 改善事例:Rエッジ部改善

表面粗さ推移詳細(図5)

材質:SKH51

サイズ:□30×6T

工程:加工後→磨き→AlCrN→磨き

プレス金型の磨きの効果

プレス金型部品の磨きは、耐久性、耐摩耗性、製品の精度や品質など多方面での効果があり、生産現場での信頼性と効率性を高める重要なファクターである。

磨きのメリットには次のようなものがある。

1. チッピング(刃欠け)の対策
2. 加工変質層の除去
3. 切削のツールマークの除去
4. 研磨バリの除去
5. パンチ、ダイの滑り性の向上
6. PVDコーティングの密着力向上
7. PVDコーティング後の表面粗さ向上

以下、過去における当社の磨きでの改善事例を紹介する(図6)。

○現状:磨きなし+CrNで使用、ワークに二次せん断の早期発生

○提案:①刃先への微小R、②コーティング前



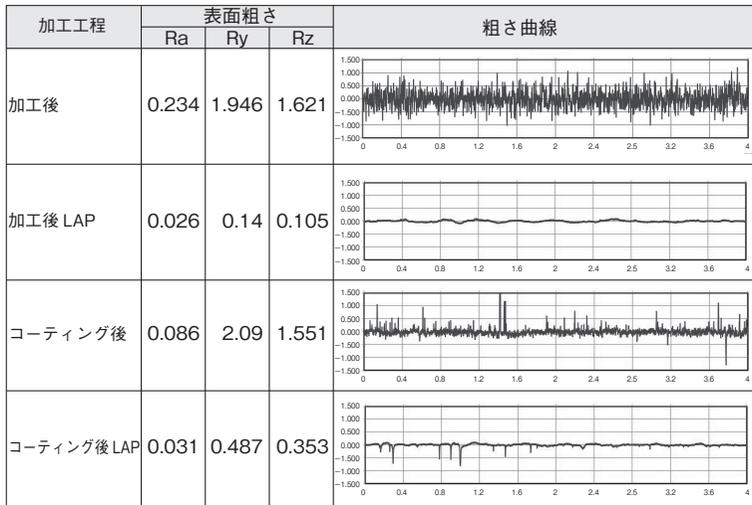
図4 コーティング後の磨き

後の端面+側面の磨き、③コーティングの変更

○結果:改善前20,000→改善後150,000ショットまで寿命延長

☆ ☆

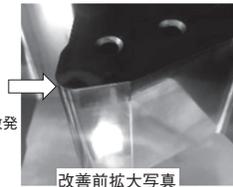
プレス金型部品の磨きは、せん断に限らず、曲げ、絞り、鍛造や板鍛造などあらゆる加工と製品精度と工具寿命の安定化、長寿命化を支える重要な工程である。当社が提供する高精度な磨き技術は標準化と手磨きの両立を図り、精密な金型を安定的に提供している。磨きによって得られる滑ら



※測定条件：算出規格 JIS1994、評価長さ 4.00mm、測定速度 0.30mm/s

図5 ワイヤ加工品の表面粗さ推移

1. 問題点(現状)
新品時 20,000 ショット前後で型メンテ
再研(5mm)後、10,000 ショット前後で交換と短寿命
材質・・・SAPH-440-OD
板厚・・・4.5mm
2. 交換理由
金型 R 部(右→箇所)にチッピングが発生し、二次せん断が散発
従来コーティングは CrN
3. 改善内容
コーティング前後の磨き
刃先微小 R 処理
コーティング膜種の変更
CrN→AlCrN



単位：ショット

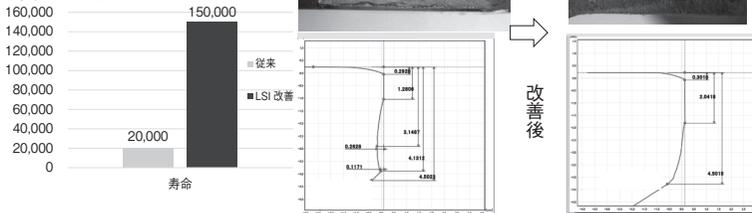


図6 厚板トリム加工部品事例紹介

かな表面は摩擦を減少させ、製品の品質向上に直結する。さらに、金型部品の寿命を延ばし、プレス加工技術全体の効率化を支える技術として磨きの重要性はより一層高まると考えられ、日本のモ

ノづくりを支える企業を目指した。当社は今後も難加工材やさらなる高精度な複雑形状の技術革新に取り組み、より高い精度と効率を追求し続ける所存である。