

特集 これからの研削加工技術

＝もう一握りの精度のため＝ 新型ハウザー「H35」 —精密加工機のカテゴリーキラー—

松川 慈典*

1. …ある決闘 “マシニングセンタVSハウザー・ジグ研削盤”

“Go the way of the dodo.” とは、絶滅した怪鳥 (dodo) の運命に例えられ、競争力をなくし時代遅れとなっていくものを揶揄する表現である。

ドイツ・フラウンホーファー研究所において、セラミック製金型加工を理想的に行う方法を検証するために、砥石を装備したマシニングセンタとハウザー・ジグ研削盤の“決闘”が行われた。今や精密加工の主役となったマシニングセンタと、“dodo”ジグ研削盤。その結果はいたってシンプルな事実を突きつけることとなる。

2. コードネームは “H”

2005年スイス・ハウザー社において極秘裏にプロジェクトが始動する。WEDM (ワイヤ放電加工)、ハードミーリングによって代替された“従来のdodoジグ研削盤”のポジションから決定的に抜け出し、同時にプロファイル研削を含む全カテゴリーから傑出した“精度”と“生産性”を確立する新しいカテゴリーのジグ研削盤を開発すること、すなわち精密加工を網羅し、再度君臨することである。

この壮大なコンセプトのため、“H”と名付けられた3台の試作機が製造され、2年の検証の後、最終候補が決定し、さらに最終候補には4年の開発期間が捧げられた (図1、2)。

3. リニアモータと油圧静圧…新型スピンドルヘッド

ジグ研削盤独自のモーションである、オシレーションストロークの向上と位置決め精度向上

のため、Z軸の駆動をリニアモータとし、従来比60%のオシレーション周波数の向上と、下死点部の位置決め精度を向上させた。さらに、U軸とC軸を静圧軸受構造とし、ジグ研削盤の十八番である丸穴加工における真円度保証精度を $0.5\mu\text{m}$



図1 ハウザー社製ジグ研削盤「H35」

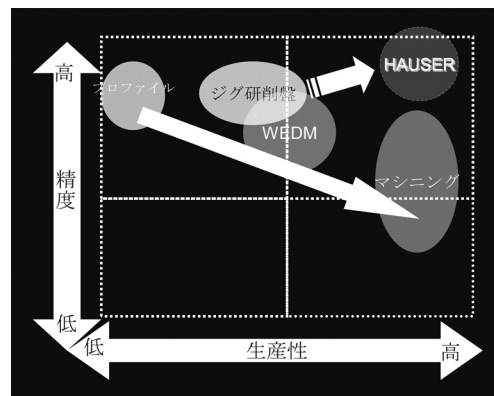


図2 工作機械の守備範囲

*MATSUKAWA, Yoshinori/エクストリーム㈱ (旧・㈱ユニテック・エンジニアリング) 営業部

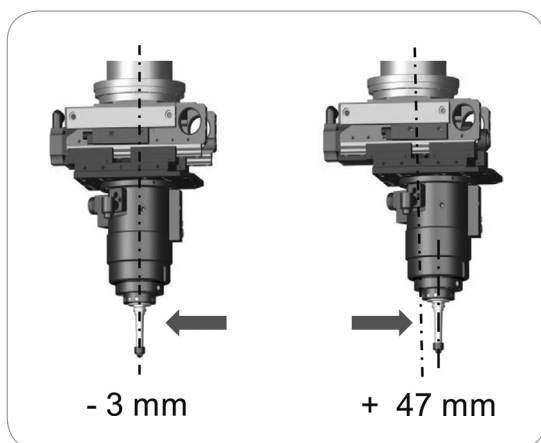


図3 U軸移動量

と、定量的な数値にて提示する（図3）。

4. ダクティル鋳物…新型筐体

引っ張り強さ、曲げ強さ、振動減衰性の向上のため、コラム部の素材にダクティルGCを採用、また設計寸法を変更し、さまざまな要因によるコラムの倒れを抑えるため「質・量」双方を変更した。ただし、ベッドの素材は普通鋳物とするなど、各部位に要求される特性を考慮し、「変化」を要する部位と、実績に裏打ちされた「持続」部位に振り分けている。特にこれらの変化は、全体の剛性面を向上させ、取りしろの増加、スパークアウトの短縮のみならず、エンドミルを使用したミールングアプリケーションの応用を可能とし、加工効率の向上に大きく寄与することとなる。

5. テーパ加工完全自動化…U軸

新型Hシリーズは、U軸移動量をマイナス3mmからプラス48mmと比類なき移動量を確保し、加工径の変動に対処のみならず、広範囲なテーパ角度に対処可能とする（図4）。また、U軸駆動専用サーボモータおよび光学スケールによるポジションフィードバック機能は、Z&U同期によるCNC完全加工を実現させることとなる。U軸の移動量については、偏心移動量の増加による遠心力の増大というジレンマから、周辺のコア技術のサポートが有効となり、それが後述のMSSである。

6. 砥粒レベルを管理…MSS

周波数一砥石とセンサの接触音を認識し、位置関係を明確にする一の利用により、砥石とセンサの接触音にて砥石を管理する。エアカット時間の短縮のみならず、前後2方向からの0.5 μ mのステップ送りによる接触にて、実質的に0.3 μ m前後の砥石管理が可能となり、仕上げサイクルを含めた、ジグ研削盤の無人化オペレーションを達成する重要な起点となる（図5）。

7. 超ワイドレンジ…70Sモータ

9,000~70,000 min^{-1} の広範囲トルクバンドを持つ、70Sグラインディングモータは、従来の煩雑なモータ交換作業を不要とし、大小合わせた砥石径をハンドリング可能とする。これはATCの運用を

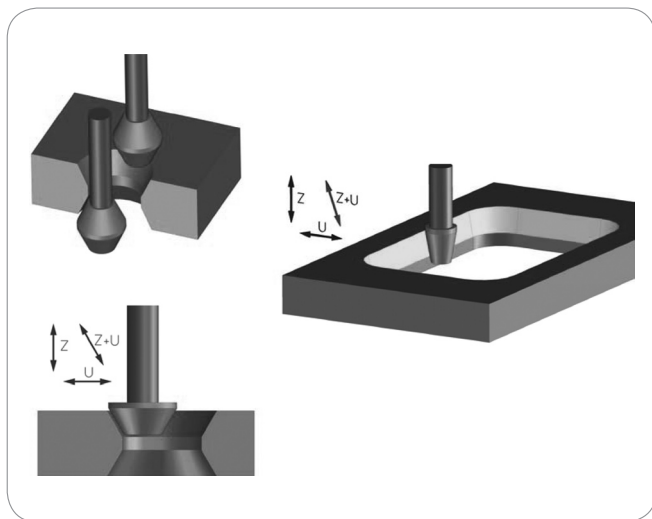


図4 広範囲なテーパ角度



図5 砥粒レベル管理用センサ

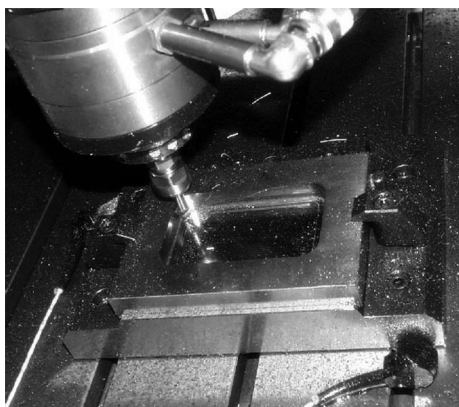


図6 70Sモータ

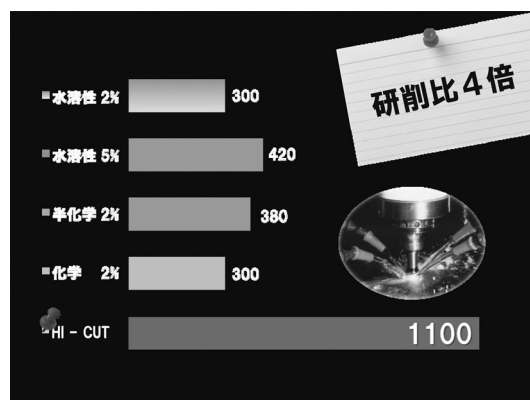


図7 研削比1,100を誇る油性クーラント加工液“Hi-Cut”



図8 フォーミュラワンカー用シフトフォーク

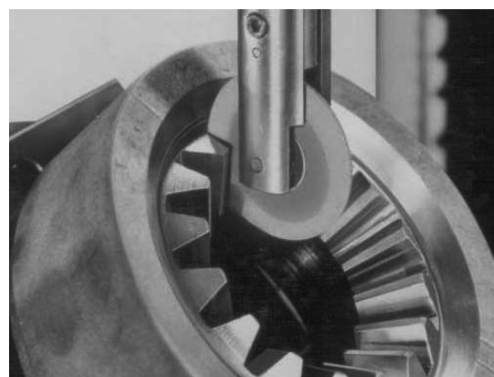


図9 歯形加工例

有効なものとするもう一つの起点であり、前述の筐体の剛性向上と併せ、ミリングカッタの運用も可能にする重要な前提技術である（図6）。

8. 驚異の研削比…ハイカット

ハウザー独自のブレンドにより調合された油性クーラント加工液“Hi-Cut”は、研削比（削られたワーク体積と摩耗した砥粒の割合）1,100という、従来の水溶性・半化学合成クーラントの3～4倍の数値と同等のパフォーマンスを有する。除去料の増加と同時に、砥粒の長期的安定は精密加工の基本となる（図7）。

9. ハウザーベネフィット…実例

1 μ mレベルを追求するユーザーのみならず、加工圧力の低減、熱変質層がないこと、Z軸オシレーションによる面品位向上への要求が、ハウザ

ー・ジグ研削盤の採用理由である。

① 加工圧力低減…ドイツ HUBER社

図8は、フォーミュラワンカーに採用されたシフトフォークと呼ばれる部品である。大きく開いた双方の爪部は、従来のミーリングによる加工では加工圧力が高すぎたため、変形を指摘されていた。

② プロファイル統合…ドイツ MIBA SINTER社

図9は、前加工の溝なしの状態から、ハウザー・ジグ研削盤へ装備されたプロファイルアタッチメントにて、歯形を完成させた例である。

③ WEDM代替…オーストリア Gerhard Rauch社

図10は、食品包装用フィルム用のパンチ&ダイである。製品の薄さにより、2 μ mのクリアランスが必要であり、そのクリアランスが、ワイヤ放電加工後の熱変質層による摩耗を促進させていた。同社はハウザーへのシフトにより、5億ストローク以上を達成できている。

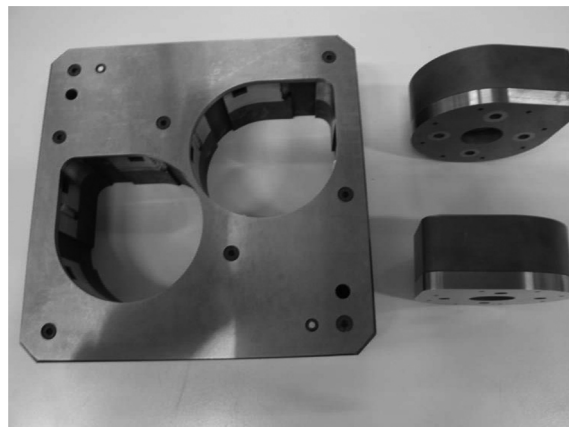


図10 食品包装用フィルムのパンチ&ダイ

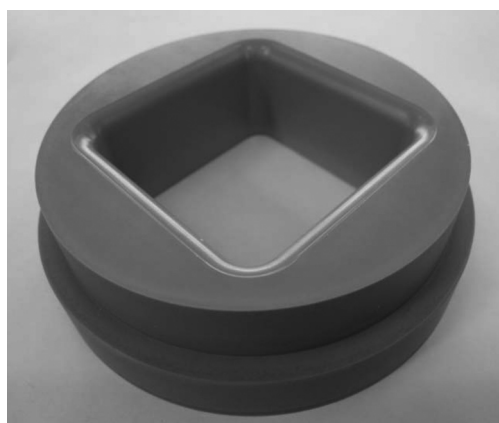


図11 マシニングセンタ VS ジグ研削盤における加工物

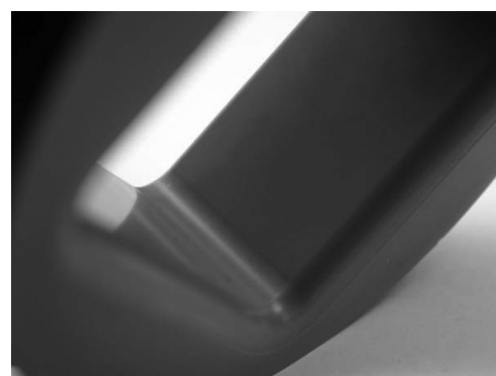


図13 カッターマークの無い、ハウザー社製ジグ研削盤「H35」による加工

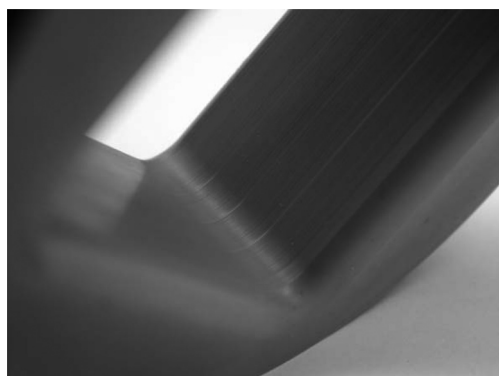


図12 マシニングセンタ加工によるカッターマーク

10. …ラスト “マシン”・スタンディング

冒頭のフラウンフォーファでの決闘課題（図11）が突きつけたもの、それはZ軸のオシレーション運動とU軸、C軸というジグ研削盤ならではの付加軸の効用が、素材に明確に反映されていたことである。マシニングセンタが避けられない等高線状のカッターマーク（図12）は、ハウザーのZ軸オシレーションによって完全に解決されていた（図13）。

新型ハウザー「H35」は、消えゆく“dodo”ではなく、＝もう一握りの精度のため＝、最後まで達続ける。