技術資料

Technical Paper

最新の切削工具による高硬度金型材料の加工

廣瀬 武史*

Cutting Data on High Hardness Die Steels by New Cutting Tools

Takeshi Hirose

Synopsis

Recent trends in die and mold industries have led the employment of high hardness and high performance die steels to improve die life. These steels, however, are becoming more difficult to be machined.

This paper discusses the cutting tests of this kind of steels which were conducted using indexable endmills and solid carbide tools. These tests evaluate the machinability of high hardness steels and show the optimum tools and cutting conditions.

1. 高硬度金型材料の動向

金型はものづくりの基本となる道具であり、特に大量生産の基盤とも言える。近年、製造業の海外進出の活発化により、国内産業の空洞化が懸念され、金型への要求も高まった。具体的には、原価低減、品質向上、寿命向上、短納期対応などである。こういった背景から、金型材料の開発も急速に進んできている¹⁾。

しかし、金型の高性能化、長寿命化などに成果を発揮している高性能金型材料は、切削加工における被削性に問題がある場合が多い。金型材料を加工する上での問題点としては、切削加工の被削性以外にも、放電加工性、研削加工性、さらに鏡面仕上げ性、シボ加工性などもある¹⁾。ここでは、高性能金型材料ではあるが、切削加工の能率向上、工具寿命向上が望まれている金型材料を取り上げ、その切削加工評価に基づき、被削性、最適工具、最適切削条件についてまとめる。

2. 金型材料の選定

プラスチック金型は、中国に代表される東アジアへの海外流出が著しい。しかし、鍛造金型、ダイカスト金型は流出のペースがゆるやかである。高い切削技術を要する金型材料を使用していることが、ひとつの要因と考えられる。

一般に、焼入れ、焼戻し後の高温強度に優れ、靱性も高いSKD61系が使用されている。

鍛造金型、ダイカスト金型として、さらなる寿命延長を実現するため、SKD61以上に、耐ヒートチェック性、靱性を向上させた材料のひとつにDH31-Sがある。Fig.1は、DH31-SとSKD61の位置づけを示すグラフである²⁾。

Fig.1. Concept of DH31-S.

2003年1月13日受付

*三菱マテリアル(株)筑波製作所 (Tsukuba Plant, Mitsubishi Materials Co.)

そこで今回は、金型材料としての評価は高いが、加工能率向上、工具寿命向上が望まれている DH31-S を、SKD61 との比較という観点で評価、調査することとした。

3. 切削工具の選定

高硬度・高性能鋼を切削加工している金型メーカーや鍛造およびダイカストのユーザーでは、特に、形状部の荒加工と穴あけ加工が改善のポイントとなっている場合が多い。そこで、このふたつの加工法を評価してみることにした。

まず、形状部の荒加工については、高送り用ラジアスカッタで評価することとした。従来、高能率加工を行なうには、丸駒チップを使ったラジアスカッタを使うのが主流であった。刃先強度が高く、大切込み、高送りでも安定した加工が可能であり、経済性にも優れる。

しかし、その欠点として壁面との接触面積が大きいため、突き出しの大きい場合やコーナ部でびびりやすいという傾向があった。そこで、この欠点を補うラジアスカッタの開発が急速に進んできている。

Fig. 2³⁾ は、今回選定した高送りラジアスカッタ「AJX 形」の切れ刃形状である。2mm 以下の切込み領域においては、大 R の丸駒チップと同等以上の安定した高送り加工が可能である。また、外周刃は小 R で内側に逃げているため、壁面との接触面積が小さく、びびりにくい特長を持っている。つまり、丸駒チップの欠点を補ったチップ形状である。そこでこの工具は、今回の評価に最適と判断した。

穴あけ加工については、当社の主力汎用ドリルであるミラクル ZET1 ドリルで、その被削性評価を行なうこととした。鍛造金型やダイカスト型は、硬さ 40HRC から 50HRC 前後で使用されるため、特に高硬度材料に特化したドリル

ではなく、汎用タイプを選定した。

Fig.2. Insert shape of AJX.

4. 荒加工用ラジアスカッタによる評価

4.1 評価方法、条件

評価の主目的は、高能率で長寿命な切削領域を選定することである。よって、AJX のコンセプトである低切込み、高送りを基本とし、切削速度なども含め展開してみた。

評価条件、展開内容を Table 1 に示す。

最適領域を選定する評価であるため、様々な条件の組合せで、工具が寿命に到るまでの加工時間を比較評価してみた。評価は、切れ刃 1 枚にて行い、寿命基準は、突発的な欠損か、正常摩耗の場合、逃げ面摩耗幅が 0.2mm に到るまでとした。ドライ加工の場合でも、エアブローは使用した。ウェット加工の場合の切削油剤にはシンセティックタイプを使用した。

まず、48HRC について、様々な条件展開で評価を行い、その中から最適領域を選定した。52HRC については、48HRC の結果を基準とし、その前後への展開という形で進めた。

Table 1. Cutting conditions

Conditions	No. 1	No. 2
Work piece	DH31-S(48HRC)	DH31-S(52HRC)
Tool	AJX12-050A03(04)R(50)	
Insert	JDMW120420ZDSR-FT	
Grade	VP15TF,VP30RT	VP15TF
Cutting speed (m/min)	50,60,70,80	40,50,60,70
Depth of cut (mm)	1.0 ~ 2.0	1.0
Width of cut (mm)	35	
Feed (mm/tooth)	0.7 ~ 2.0	0.7,1.0
Coolant	Dry and Wet	
Machine	M/C	

4.2 評価結果

まず、Fig. 3 に、硬さ 48HRC について、評価結果の比較を示す。実際にはさらに多くの条件に展開し評価してみたが、最も長寿命であった条件とその前後を要約して示している。

Fig.3. Comparison of Tool Life. ap; Depth of cut, fz; Feed, W; Wet, D; Dry

まず、最適領域についてであるが、長時間という観点ではなく、仕事量という観点で分析してみた。つまり、いかに多くの切りくずを排出したかである。切込み量、送り量、切削時間、切削速度から算出すると、最も仕事量が大きかったのは、切込み量 1.5mm、1 刃の送り量 1mm、切削速度 60m/min の場合であった。1 切れ刃で 377cc 排出したことになる。切込み量 1mm、1 刃の送り量 1.5mm の場合も僅差であり、この付近に最適領域があると判断できるが、切込み量 1.5mm、1 刃の送り量 1.5mm の場合は、大幅に寿命が低下する結果となった。

次に、ドライ加工とウェット加工を比較すると、ドライ加工のほうが長寿命である結果が多く、特に上位を占めているという印象である。これは、転削加工全般の傾向と同じである。

Fig. 4 に、SKD61 を含む評価結果の比較を示す。

各条件とも SKD61 のほうが長寿命であり、切込み量 1mm、1 刃の送り量 1.5mm の場合で約 2 倍、切込み量 1.5mm、1 刃の送り量 1mm の場合で約 3.5 倍という結果である。

Fig. 5 に、硬さ 52HRC の場合について、DH31-S と SKD61

Fig.4. Comparison of Tool Life (DH31-S,SKD61).

Fig.5. Comparison of Tool Life (48HRC,52HRC).

の工具寿命を比較した結果を示す。

硬さ 52HRC の場合、切削速度は 50m/min のほうが長寿命であった。しかし、48HRC の場合と同じく、切込み量 1.5mm、1 刃の送り量 1mm の付近に最適領域があると判断できる。

4.3 結果の検討

工具寿命で判断した場合、DH31-S は SKD61 より被削性が悪いという結果になった。多くの金型メーカーの指摘と同じである。

しかし、切削条件別にみても、大きく劣る場合と、僅差、逆転という場合もある。また、1 刃の送り量 1mm という高能率加工で、377cc の切りくずを排出することができることも実証できた。

今回の結果から、単純に切削条件を下げるという選択のみでなく、適正な切削条件領域を選定することにより、大幅な改善が可能であると言える。

5. 穴あけ加工評価

5.1 評価方法, 条件

荒加工用ラジスカッタによる評価結果より,特に切削速度に着目し,最適領域の評価,選定を行なうこととした.

評価条件,展開内容を Table 2 に示す.

Table 2. Cutting conditions

Work piece	DH31-S(48HRC)
Tool	MZS1000LB(10)
Grade	VP15TF
Cutting speed (m/min)	20,30,40
Revolution(min ⁻¹)	637,955,1592
Feed (mm/rev)	0.1,0.15
Depth of cut (mm)	50
Coolant	Wet
Machine	M/C

穴あけ加工についても,最適領域を選定する評価であるため,様々な条件の組合せで,工具が寿命に到るまでの加工穴数を比較評価してみた.評価の寿命基準は,逃げ面摩耗幅が 0.3mm に到るまでとした.

評価は全てウェット加工とし,切削油剤には塩素フリーのエマルジョンタイプを使用した.

5.2 評価結果

Fig. 6 に, 1 回転当りの送り量 0.1mm の場合について, DH31-S と SKD61 の工具寿命を比較した結果を示す. Table 2 に示す様々な切削条件の組合せで評価を行なったが,最も長寿命であった条件とその前後を要約して示している.

まず, DH31-S の最適領域についてであるが, 1 回転当りの送り量 0.1mm, 切削速度 30m/min の場合が 39 穴であり,最も長寿命であった. 前後の切削速度の場合よりも明確な優位性が確認できた.

SKD61 では,切削速度 30m/min の場合が 46 穴と長寿命であるが,切削速度 40m/min の場合は 17 穴で, DH31-S の 24 穴より劣る結果となった.

Fig.6. Comparison of Tool Life (DH31-S,SKD61).

5.3 結果の検討

工具寿命で判断した場合,穴あけ加工の評価においても, DH31-S は SKD61 より被削性が悪いという傾向があった.しかし,その最適領域の付近での差は小さく,荒加工用ラジスカッタによる評価結果と同様,適正な切削条件領域を選定することにより,大幅な改善が可能であることがわかった.

6. まとめ

今,製造業は海外の低価格製品の脅威にさらされており,製造コストの低減が強く望まれている.金型業界においても,その傾向は顕著であり,製造コスト低減,製造工期短縮が課題であり,切削工具の長寿命化,高能率加工が重要な改善課題である.

今回は,金型業界において加工能率向上,工具寿命向上が望まれている金型材料に注目し,最適切削工具,最適な切削条件の領域を調査した.今後,金型材料メーカーとの連携も強化し,加工現場に役立つ情報を提供していきたい.

(文 献)

- 1) 並木邦夫:電気製鋼,71(2000),157
- 2) 製品紹介:電気製鋼,71(2000),183
- 3) 三菱マテリアル:技術資料「高送りラジスカッタAJX形」(2002)