新技術・新製品

長寿命・高能率加工を実現する TH3 コーティングシリーズ

伊坂 正和^{1*}, 佐々木 智也², 田牧 賢史朗³

¹三菱日立ツール(株)開発技術本部材料開発室, 〒286-0825 成田市新泉 13-2.

²三菱日立ツール(株)開発技術本部材料開発室, 〒520-2323 野洲市三上 35-2.

³三菱日立ツール(株)開発技術本部野洲分室, 〒520-2323 野洲市三上 35-2.

TH3 Coating Series to Realize Long Tool Life and High Efficiency Cutting

Masakazu ISAKA^{1*}, Tomoya SASAKI² and Kenshiro TAMAKI³

¹Material Development Office, R&D Technology Division, Mitsubishi Hitachi Tool Engineering, Ltd., 13-2 Shinizumi, Narita-city, 286-0825 Japan.

²Material Development Office, R&D Technology Division, Mitsubishi Hitachi Tool Engineering, Ltd., 35-2 Mikami, Yasu-city, 520-2323, Japan.

³Yasu R&D Technology Office, R&D Technology Division, Mitsubishi Hitachi Tool Engineering, Ltd., 35-2 Mikami, Yasu-city, 520-2323 Japan.

Received August 28, 2019; Revised November 5, 2019; Accepted November 10, 2019

1 開発の背景, 目的

近年, 金型の高精度化および製作納期の短縮のために, 高硬度鋼を直彫り加工する取り組みが盛んに行われている. その一方で, 金型寿命の向上を目的とした金型材料の高硬度化, 高靱性化が進んでおり, 金型材料の難削化が進んでいる. 特に 50HRC 以上の高硬度鋼の直彫り加工においては工具寿命が極端に短いために, 加工能率が上がらず, また工具の摩滅進行も早いために加工精度も良くない. そのため寿命および精度を確保するために加工能率を下げて対応しているのが現実である. 高硬度鋼を長寿命かつ高能率に加工できる工具への要望が高まっているのである.

当社では, この市場の要望に応えるために, 高硬度鋼加工用コーティングとして TH コーティングシリーズを発売しご好評を頂いてきた. その後, TH コーティングを改良した ATH コーティングを発売して市場の要望に応じてきた. しかし, 金型材料の益々の高硬度化, 高靱性化が進んでおり, 従来のコーティングシリーズでは対応が難しくなってきた. そこで更なる長寿命, 高能率加工を実現できる TH3 コーティングを開発した¹⁻⁴⁾.

本稿では TH3 コーティングを適用した切削工具 TH3 コーティングシリーズについて紹介する.

2 技術内容, 特徴

今回開発した TH3 コーティング (以下 TH3 と省略) は TH コーティング, ATH コーティングに続く第 3 世代の TH コー

ティングと位置づけている. 主な特長としては, 皮膜組織の微細化を図り, ナノオーダーでの組織制御を行ったことにある. 組織制御の効果により, 高硬度鋼加工において皮膜の損傷進行が大幅に抑制され, 耐摩耗性の大幅な改善が期待できるのである. Fig. 1 に皮膜組織が及ぼす損傷形態の違いを示す. Fig. 1 (a) の従来皮膜は粗大な結晶粒であるために, 皮膜損傷における破壊のセルが大きく, 摩耗の進行が早い. 一方の Fig. 1 (b) の TH3 は皮膜組織の微細化により, 破

(a) Conventional Coating

(b) TH3 Coating

Fig. 1 Damage mechanism of coating during hardened steel machining. (a) Conventional coating, (b) TH3 coating.

* Corresponding author, E-mail: masisaka@mmc-hitachitool.co.jp

壊のセルを小さく制御することができ、大幅に耐摩耗性を向上させることが可能となった^{1,3-4)}。さらに Fig. 2 に示すように最外層に高い圧縮残留応力を有する皮膜を設けることで、Wet 加工で見られる熱衝撃による欠損が抑制され、長寿命な加工が期待できる^{1,4)}。また、小径ボールエンドミル『エポックディープボールエポリューションハード TH3』(以下 EPDBEH-TH3) においては Fig. 3 (a) に示すように切れ刃を 2 段の逃げ面で構成し、高硬度鋼加工に適した工具形状を採用している。これにより、Fig. 3 (b) のように 1 段目の逃げ面が摩耗の進行を抑制する効果を発揮する。この効果により、切れ刃の摩耗が抑制され高精度な加工が可能となるのである。コーティングと工具形状の相乗効果により、更なる摩耗抑制効果が期待できる^{1,3-4)}。

前記の EPDBEH-TH3 を用いた加工事例について紹介する。加工条件は Table 1 の条件で評価を行った。加工条件についても、高能率な条件に設定した。被削材は粉末ハイス鋼である SKH40 相当の 65HRC の硬度のもので、各辺が 20 mm で深さが 5 mm のポケット形状の加工を行った。加工の工程としては、R1.5 の工具で荒加工を行い、R1 の工具でポケット側面を等高線加工、ポケット底面を走査線加工で仕上げ加工を行っている。TH3 を被覆した工具と従来皮膜を被覆した工具の 2 種の工具での比較評価とした。加工したポケットの勾配面の削り残り量と荒加工後の工具の摩耗量の相関性を Fig. 4 に示す。今回の評価において削り残り量は、深さ 2 mm 位置のポケット幅の理論寸法に対する実測寸法の差とした。削り残り量が小さいほど狙い寸法に近い高精度な加工が出来ていると判断することが出来る。Fig. 4 のグラフから TH3 は従来品に比較して、荒加工における削り残り量が半分以上に抑制できていることが分かる。また、荒加工後の工具摩耗量も約半分となっている。このことから工具摩耗を抑制できたため、削り残り量も従来と比較して半減できたものと考ええる。最終的な仕上げ加工後においても TH3 が従来と比較して削り残り量が半分以上に抑制できていた。これは荒加工で TH3 が削り残り量を半減できたことで、後工程の仕上げ加工の負荷が低減でき高精度に加工できたためと考えられる^{1,3-4)}。また、TH3 で 2 ポケット加工後の加工ワークの外観と粗さ測定結果を Fig. 5 に示す。Fig. 5 の結果からは良好な加工面を得られていることが分かる。従来工具では、粉末ハイス鋼を加工すると工具摩耗の進行が早く、高精度な加工が困難であった。今回の EPDBEH-TH3 では、TH3 コーティングの耐摩耗性効果に加えて、高硬度鋼に適正化した工具形状を採用して

Fig. 2 Schematic illustration of coating structure of TH3 coating.

(a) Double Face geometry

(b) A-B cross section view

Fig. 3 Schematic illustration of cutting edge. (a) Double face geometry, (b) A-B section view.

Fig. 4 The relationship between cutting remain and wear width.

Table 1 Cutting condition of high speed steel direct cutting.

Process	Item code	Tool dia. (mm)	n (min-1)	vc (m/min)	vf (mm/min)	fz (mm/tooth)	ap (mm)	ae (mm)	Removal stock (mm)	Cutting time (min)
Z-constant roughing	EPDBEH2030-8-TH3	3.0	11,200	106	1,344	0.06	0.18	0.18	0.05	39
Z-constant finishing	EPDBEH2020-6-TH3	2.0	22,680	143	816	0.018	0.02	0.02	0	20
Scanning line finishing	EPDBEH2020-6-TH3	2.0	22,680	143	816	0.018	0.02	0.02	0	16

Machine: Vertical MC (HSK-E32), Work material: Equivalent to SKH40 (65HRC), Coolant: Mist blow
Pocket size: 20 x 20 x 5 mm (Incline angle 10°)

Fig. 5 The results of surface roughness measurement after 2 pockets machining.

いる。この効果により工具摩耗の抑制が図られ、その結果高精度な加工が可能となったと考える^{1,3-4)}。

3 用途、適用範囲

本開発品は被削材硬度が50HRCを超えるような高硬度鋼金型材料の切削加工をメインターゲットとして開発された。各種の評価結果においては、40HRC程度の硬度領域においても性能が確認されており、高硬度鋼に限定されずに性能を発揮できている。

4 今後の展開

これまではボールエンドミルを中心にアイテム展開が図られてきたが、2019年5月に小径ラジラスエンドミル『エポックディープラジラスエボリューションハードTH3』が発売された。各種アイテムに展開されたTH3エンドミルシリーズで、お客様の金型製作における高効率かつ高精度な加工への貢献が期待される。

5 特 許

- ・特許第4448386号「小径ボールエンドミル」
- ・特許第5700171号「被覆切削工具」

文 献

- 1) K. Tamaki: Mechanical engineering, **65**, (2017) 52-54.
- 2) K. Tamaki, Y. Kiuchi: Mechanical engineering, **66**, (2018) 37.
- 3) K. Tamaki: Mechanical engineering, **66**, (2018) 50-53.
- 4) M. Isaka: Tool Engineer, **60**, (2019) 36-39.