

プラチナX'sミルボール

Introduction of Platina X's-mill Ball

キーワード

新プラチナコーティング、耐摩耗性、複合多層膜、高精度、高心厚、高剛性

工具製造所技術一部

堀 功

釣谷洋輔

1. はじめに

生産額で世界トップにある日本の金型産業では、昨今の円高による海外メーカーとの競争が激化し、顧客のニーズはますます高品質・短納期・低価格へとシフトし、それにつれて加工法も大幅に変わりつつある。

たとえば、高硬度材の直彫り加工や時間短縮のための高速加工が提唱され先進的な金型メーカーではすでに取り入れられている。

これら加工法の変化にともない、切削工具に対してはより高能率、高精度が求められている。とくに金型加工では、3次元加工をするためボールエンドミルが多用されているが、最近の動向として、みがき工程を縮減するため、ファイン加工（微小ピックフィード加工）が普及してきている。この加工を実現するため、より高精度・超寿命な工具が望まれている。

当社は、これらの金型業界のニーズを満たすため、金型加工専用工具シリーズとして、プラチナX'sミルボールを開発した。

図1はプラチナX'sミルボールの外観である。



図1

2. プラチナX'sミルボールのコーティング膜特性

プラチナX'sミルボールのコーティング膜は、加工の高精度・高速・高能率化に対応し、より高硬度の被削材に適用するため開発されたTiCN系の複合多層膜である。

従来のコーティング膜との特性の比較を表1に示す。

特に高硬度材の高速切削で問題となる、高温下での硬度は従来のプラチナコーティングよりも硬く、耐熱特性に優れている。大気中での加熱試験では、600°Cの高温下でも硬度の低下はみられず、表層のTi系特殊膜が十分に下地層を保護していることが確認されている。

また、通常切削速度領域で求められる被膜硬さや靱性も従来のプラチナコーティングやTiAlN膜に比べ高く、機能的に非常にバランスのとれたコーティング膜である。

プラチナX'sミルボールのコーティング膜は三層から成りその構造は、

- ①最下層には、母材との密着性の良いTiN
- ②中間層は、硬度が高くかつ靱性を持たせたTiCNコーティング
- ③最上層は、耐熱特性と潤滑性を併せ持ったTi系特殊膜である。

Ti系硬質被膜の各々の機能特性を、最大限発揮できる組み合わせに構成したものが、プラチナX'sミルボールのコーティング膜である。

表1 プラチナX'sミルボールのコーティング膜と従来コーティング膜との特性比較

コーティング膜	耐摩耗性 (常温の硬さ)	靱性 (欠けにくさ)	耐熱特性 (500°C高温硬さ)	密着性 (母材との付着力)
新プラチナ				
プラチナ				
TiN				
TiCN				
TiC				
TiAlN				

3. プラチナX'sミルボールの寸法及び精度

3.1 寸法範囲

表2にプラチナX'sミルボールの寸法を示す。

3.2 形状精度

プラチナX'sミルボールはボール半径精度を±0.01mmに厳しく抑えてあり、金型のみがき工数の縮減と加工精度の向上がはかれる。

表2 プラチナX'sミルボール寸法表

ボール半径 R	外径 D	全長 L	刃長 ℓ	シャンク径 d	刃数 N
R 0.5	1.0	55	2.5	6	2
R 0.75	1.5	55	3.5	6	
R 1	2.0	60	5	6	
R 1.25	2.5	60	6	6	
R 1.5	3.0	70	8	6	
R 2	4.0	80	8	6	
R 2.5	5.0	80	10	6	
R 3	6.0	90	12	6	
R 3.5	7.0	100	14	6	
R 4	8.0	100	16	8	
R 4.5	9.0	110	18	8	
R 5	10.0	110	20	10	
R 5.5	11.0	120	22	10	
R 6	12.0	120	24	12	
R 6.5	13.0	140	26	12	
R 7	14.0	140	28	12	
R 7.5	15.0	150	30	16	
R 8	16.0	150	32	16	
R 9	18.0	150	36	16	
R 10	20.0	160	40	20	
R 12.5	25.0	180	50	25	
R 15	30.0	180	60	25	

4. プラチナX'sミルボールの切削性能と切削条件

4.1 切削性能

プラチナX'sミルボールは、心厚を大きくとった剛性の高い形状を採用している。心厚を大きくとることにより、加工中のエンドミルのびびり振動が抑制され、チップング、刃欠けが発生しにくい。このため、エンドミルの損傷も小さく、良好な加工面が維持される。

図2はプラチナX'sミルボールと他社TiAlNコーティング品のボール半径5mmのボールエンドミルを用いて切削性能を比較したものである。被削材にSKD61, 40HRCを

用い、切削条件は回転数1500min⁻¹、送り速度250mm/min、軸方向切り込み4mm、ピックフィード1mm、ドライ、ダウンカットである。

切削長80mmでのボール部逃げ面摩耗幅は、プラチナX'sミルボールが0.1mmであったのに対し、他社TiAlNコーティング品は0.17mmであった。その時のボール部逃げ面の

摩耗状態を図3に示す。再研削の基準である摩耗幅0.1mmまでの切削長を比較すると、他社TiAlNコーティング品は60mであったのに対し、プラチナX'sミルボールは80mと約1.3倍の長寿命であった。

これは、心厚を大きくした形状の効果と、靱性、耐熱特性、耐摩耗性を兼ね備えたコーティングの採用による効果である。同時に、送り速度を速くすることが可能になり、加工能率の向上がはかれる。

プラチナX'sミルボールは、55HRCまでの中・高硬度材の加工でも、超寿命で高能率な加工が可能である。

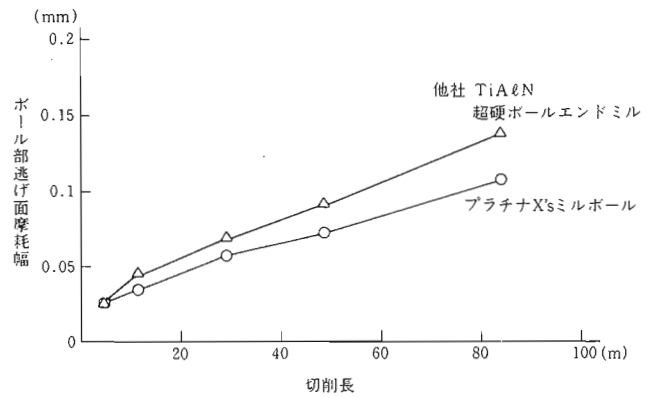
4.2 基準切削条件

表3にプラチナX'sミルボールの基準切削条件を示す。最適な切削条件は、被削材の形状、材質、硬さ、組織によって変わり、さらに使用機械、被削材の保持状態、切削油材などによっても異なるので、適宜合わせて変更いただきたい。

5. おわりに

今回紹介したプラチナX'sミルボールは、中・高硬度材の高精度、高能率加工を目的として開発されたものである。

金型のみがき工程の縮減、加工時間の短縮を実現し生産性の向上をはかるうえで大いに寄与できる工具である。



切削条件
 エンドミル寸法: R5 2枚刃
 被削材: SKD61 (40HRC)
 回転数: 1500min⁻¹
 送り速度: 250mm/min
 切り込み: a_a=4mm a_r=1mm
 切削油剤: ドライ (エアアプロー)
 切削方法: ダウンカット
 試験機: 立型NCフライス盤

図2 プラチナX'sミルボールと他社TiAlNコート超硬ボールエンドミルの切削性能の比較

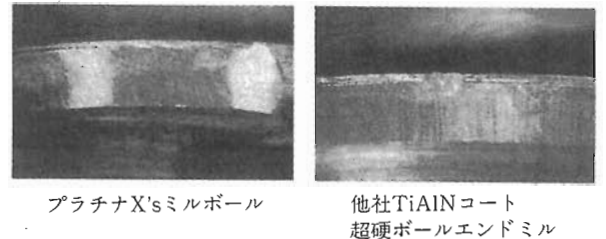
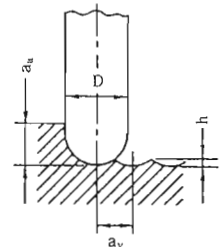


図3 80m加工後のボール部逃げ面摩耗状態

表3 プラチナX'sミルボールの基準切削条件

加工区分	ボール半径 (mm)	被削材		ダイス鋼 SKD		合金鋼 SCM		構造用鋼 SS -		耐熱合金		鋳鉄 FC, FCD		アルミニウム合金	
		切削条件		ステンレス鋼 SUS		プレハードン鋼		炭素鋼 S-C		チタン合金				非鉄金属	
		切り込み量		回転数	送り速度	回転数	送り速度	回転数	送り速度	回転数	送り速度	回転数	送り速度	回転数	送り速度
		a _a	a _r	min ⁻¹	mm/min	min ⁻¹	mm/min	min ⁻¹	mm/min	min ⁻¹	mm/min	min ⁻¹	mm/min	min ⁻¹	mm/min
荒加工	R 1	0.8	0.8	5600	92	17200	110	9600	160	4000	52	9600	180	15000	460
	R 2	1.6	1.6	2800	110	13600	120	4800	190	2000	56	4800	200	7600	520
	R 3	2.4	2.4	1900	110	12400	130	3200	200	1300	63	3200	210	5000	540
	R 5	4	4	1100	120	1400	140	1900	200	800	64	1900	230	3000	570
	R 8	6.4	6.4	700	120	900	140	1200	210	500	64	1200	230	1900	570
	R 10	8	8	560	120	720	140	1000	200	400	64	960	230	1500	570
仕上げ加工	R 15	12	12	370	80	480	90	640	140	270	43	640	150	1000	380
	R 1	0.2	0.3	9300	370	12000	540	16000	800	6600	200	16000	840	25000	1500
	R 2	0.2	0.4	6400	410	8200	590	11000	880	4600	220	11000	920	17000	1600
	R 3	0.5	0.5	3400	300	4300	430	5800	640	2400	160	5800	670	9100	1200
	R 5	0.5	0.6	2600	370	3300	530	4400	790	1800	190	4400	830	6000	1500
	R 8	0.5	0.8	2000	450	2600	660	3400	950	1400	240	3400	1000	5400	1800
R 10	0.5	0.9	1800	490	2300	700	3100	1100	1300	270	3100	1100	4800	2000	
R 15	0.5	1.1	1500	600	1900	860	2500	1300	1000	300	2500	1300	3900	2300	



- 仕上げ加工はhが0.01mmとなるようなa_a、a_rとなっています。
- 乾式切削の場合は回転数と送り速度をそれぞれ70%にしてください。
- ワークや機械により振動や異音が発生するときは、状況に応じて切削条件を変更してください。